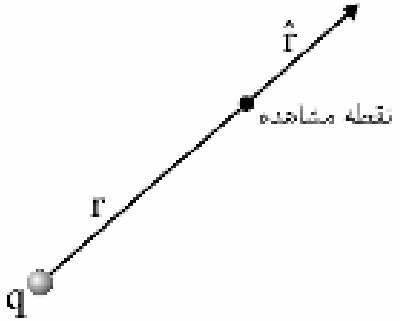
مفهوم میدان الکتریکی

هر جرمی در اطراف خود یک میدان جاذبه گرانشی ایجاد می‌کند. هر بار الکتریکی در اطراف خود یک میدان الکتریکی می‌آفریند و هر بار متحرک (جریان) در اطراف خود ایجاد میدان مغناطیسی می‌کند.
هر بار الکتریکی مثل یک حفره (بار منفی) و یا چشمه (بار مثبت) عمل می‌کند و اصلاً فلسفه نیروی دو بار الکتریکی در همین مفهوم «میدان» نهفته است.

معمولا در مباحث الکترومغناطیسی، بجای استفاده از مفهوم نیرو، از شدت میدان الکتریکی در معرفی یک میدان الکتریکی استفاده می‌شود.

$$\bar{E}(\bar{R}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q(\bar{R}-\bar{R}')}{\left|\bar{R}-\bar{R}'\right|^3} \qquad [N/C] \text{یا} [V/m]$$

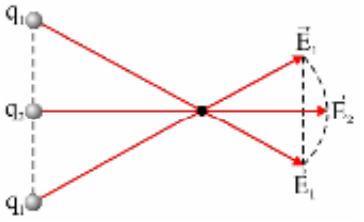


در حقیقت، شدت میدان الکتریکی نیروی وارد بر بار مثبت یک کولنی است. ($\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{Q}$)

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{r}$$

$q > 0 \Rightarrow$ میدان شعاعی دور شونده است.
$q < 0 \Rightarrow$ میدان شعاعی نزدیک شونده است.

اگر بجای یک بار، N بار مختلف میدان الکتریکی بوجود آورند، شدت میدان الکتریکی کل برابر جمع برداری همه شدت میدانهای الکتریکی خواهد بود.

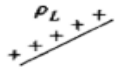


$$\bar{E}(\bar{R}) = \sum_{i=1}^{N}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_i(\bar{R}-\bar{R}_i)}{\left|\bar{R}-\bar{R}'\right|^3}$$

میدان الکتریکی ناشی از بارهای پیوسته

بارهای توزیعی در سه حالت خطی، سطحی یا حجمی دسته‌بندی می‌شوند. در هر سه حالت بایستی بار توزیع شده ممان‌گیری شود تا بتوان با آن همانند یک بار نقطه‌ای رفتار نمود.

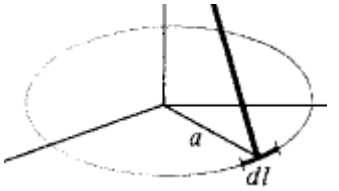
توزیع بار خطی



Line charge

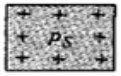
$$dQ = \rho_L\, dl \rightarrow Q = \int_L \rho_L\, dl$$

(line charge)
line charge density, ρ_L (in C/m)



$$\mathbf{E} = \int \frac{\rho_L\, dl}{4\pi\varepsilon_o R^2}\,\mathbf{a}_R \qquad \text{(line charge)}$$

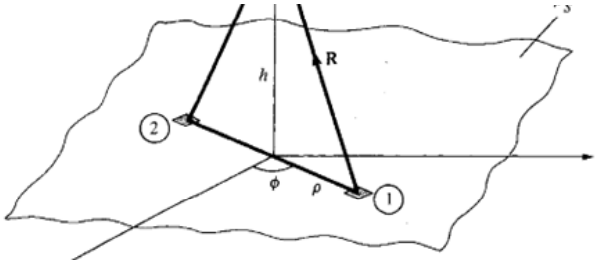
توزیع بار سطحی



Surface charge

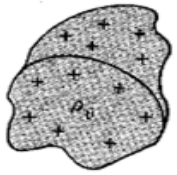
$$dQ = \rho_S\, dS \rightarrow Q = \int_S \rho_S\, dS$$

(surface charge)
surface charge density ρ_S (in C/m^2)



$$\mathbf{E} = \int \frac{\rho_S\, dS}{4\pi\varepsilon_o R^2}\,\mathbf{a}_R \qquad \text{(surface charge)}$$

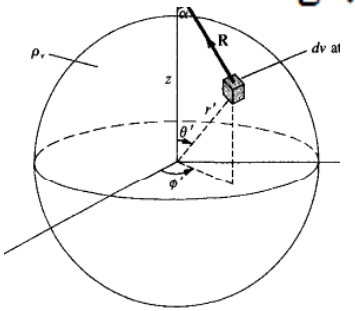
توزیع بار حجمی



Volume charge

$$dQ = \rho_v\, dv \rightarrow Q = \int_v \rho_v\, dv$$

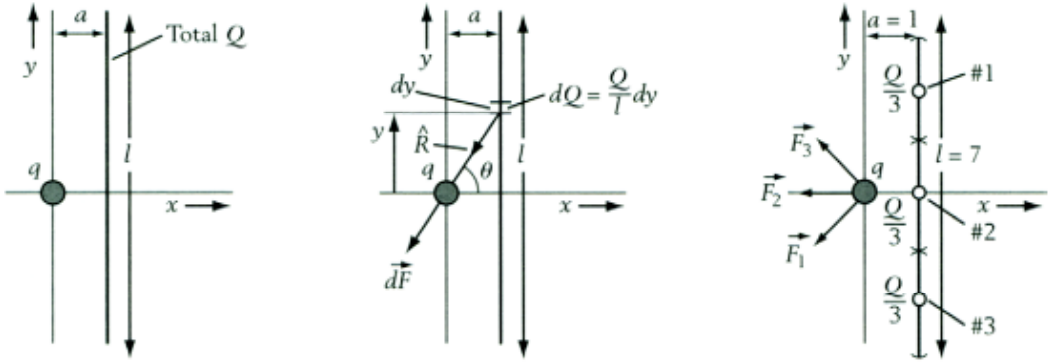
(volume charge)
volume charge density ρ_v (in C/m^3)



$$\mathbf{E} = \int \frac{\rho_v\, dv}{4\pi\varepsilon_o R^2}\,\mathbf{a}_R \qquad \text{(volume charge)}$$

ممان گیری

هنگامی که بار بر روی خط یا سطح یا حجمی توزیع شده باشد، دیگر نمی‌توان مستقیما با آن توزیع، همانند بار نقطه‌ای رفتار نمود. بعنوان مثال، در شکل زیر یک توزیع خطی نمایش داده شده است. ابتدا کل خط بعنوان یک بار نقطه‌ای در نظر گرفته شده و شدت میدان الکتریکی ناشی از آن محاسبه شده است. سپس این بار خطی دو بار نقطه‌ای فرض شده و جواب ناشی از آنها محاسبه شده است. به همین ترتیب این توزیع خطی تا دوازده بار نقطه‌ای تقسیم بندی شده و جوابهای ناشی از آنها در جدول ذکر شده است. ملاحظه می‌شود هر چقدر تعداد تقسیمات توزیع خطی بیشتر می‌شود جواب دقیقتری حاصل می‌شود.



n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F_n	45	5.50	16.83	10.60	13.22	12.01	12.53	12.30	12.40	12.3540	12.3714	12.3631

به تقسیم یک توزیع به ابعاد کوچکتر بطوریکه اولا: به قدر کافی کوچک شده باشد و ثانیا: با برگرداندن ابعاد کوچک شده به مقدار اصلی (انتگرال‌گیری)، شکل توزیع عوض نشود، اصطلاحا ممان‌گیری گفته می‌شود.

در توزیع خطی، ممان خطی فقط در یک بعد، در توزیع سطحی، ممان سطحی در دو بعد و در توزیع حجمی، ممان حجمی در دو بعد محاسبه می‌شود.

المان طولی

$$dL = \begin{cases} h_1 du_1 \hat{a}_{u_1} \\ h_2 du_2 \hat{a}_{u_2} \\ h_3 du_3 \hat{a}_{u_3} \end{cases}$$

المان سطحی

$$ds = \begin{cases} h_2 du_2 h_3 du_3 \hat{a}_{u_1} \\ h_1 du_1 h_3 du_3 \hat{a}_{u_2} \\ h_1 du_1 h_2 du_2 \hat{a}_{u_3} \end{cases}$$

المان حجمی

$$dv = h_1 du_1 h_2 du_2 h_3 du_3$$