

Q21.3 -

حالات

به بارهای هم علامت با شانه، نیروی در جهت شانه وارد می شود و به بارهای نام هم نام با بار شانه نیروی به سمت شانه وارد می شود؛ پس خرده کاغذها قلابه می شوند.

اگر اندازه ی نیرو به نقطه وابسته نباشد، نیروی که به بارهای نام هم نام با بار شانه که نزدیک ترند، وارد می شود با نیروی وارد بر بارهای هم نام هم اندازه است؛ پس خرده کاغذها توسط شانه جذب نخواهند شد.

Q21.11 -

کتاب ۱۶۰۰ صفحه است، پس از ۸۰۰ برگ تشکیل شده است. وزن یک بسته کاغذ A4، ۵۰۰ گرام حدود ۲٫۵ نیوتون است. بنابراین وزن کتاب را حدود ۳ kg می توانیم تخمین بزنیم.

از هر ورق وزن الکتریک حدود 10^{-30} کیلوگرم است، پروتون، نوترون حدود ۲۰۰۰ برابر الکتریک، جرم دارند.

$$\text{جرم نوترون} \times \text{تعداد نوترون} + \text{جرم پروتون} \times \text{تعداد پروتون} + \text{جرم الکتریک} \times \text{تعداد الکتریک} = \text{جرم کتاب}$$

$$3 \text{ kg} = 10^{-30} x + 2000 \times 10^{-30} x + 2000 \times 10^{-30} x = 4001 \times 10^{-30} x \quad (\text{kg})$$

$$\rightarrow x = \frac{3}{4001 \times 10^{-30}} \approx 10^{27}$$

بار الکتریک ۰/۰۰۱٪ کمتر از بار پروتون است، پس کتاب بار مثبت خواهد داشت که مقدار آن برابر است با:

$$Q = 10^{27} \times 0.001\% \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} = 1.6 \times 10^3 \text{ C}$$

اگر دو کتاب در فاصله ۵ m از هم باشند چون بارهای هم نام دارند، نیروی دافعه ای به اندازه ی زیر به هم وارد می کنند.

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{k (1.6 \times 10^3)^2}{5^2} \quad k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2 \quad 9.2 \times 10^4 \text{ N}$$

Q21.18 -

هر دو تابیه r^{-2} دارند پس $K \approx 10^{10}$ و $G \approx 10^{-11}$ ، بنابراین برای جرم ها د بارهای هم مرتبه

$$F_e = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$$

نیروی گرانش بسیار ضعیف تر از نیروی الکتریک است.

$$F_G = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

21.5_

$$Q = (5.6 \times 10^{11} \text{ ions/m}) (1.5 \times 10^{-2} \text{ m}) (1.6 \times 10^{-19} \text{ C}) = 1.3 \times 10^{-9} \text{ C}$$

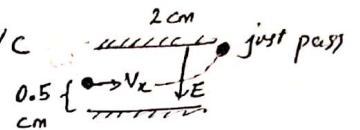
21.27_

a) $\Delta x = 2 \text{ cm}$, $a_x = 0$, $v_x = 1.6 \times 10^6 \text{ m/s}$ $\xrightarrow{x - x_0 = v_x t + \frac{1}{2} a_x t^2}$ $t = \frac{2 \text{ cm}}{1.6 \times 10^6 \text{ m/s}} = 1.25 \times 10^{-8} \text{ s}$

$\Delta y = 0.5 \text{ cm}$, $v_y = 0$, $t = 1.25 \times 10^{-8} \text{ s}$ $\xrightarrow{\Delta y = \frac{1}{2} a_y t^2}$ $5 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} a_y (1.25 \times 10^{-8})^2$

$\rightarrow a_y = 6.4 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$

$F = ma$, $F = Ee \Rightarrow E = \frac{ma}{e} = \frac{9.109 \times 10^{-31} \cdot 6.4 \times 10^{13}}{1.602 \times 10^{-19}} = 364 \text{ N/C}$



b)

$a_p = \frac{eE}{m_p}$; $m_p \approx 10^{-27} \text{ kg}$ $\rightarrow a_p = \frac{(1.602 \times 10^{-19})(364)}{1.673 \times 10^{-27}} = 3.49 \times 10^{10} \text{ m/s}^2$

در صورتی که حرکت در جهت x از صفحه عبور کند، همان است که در قسمت اول به دست آوریم. با توجه به شتاب منفی که در جهت y است، انتظار داریم که در این مدت به صفحه برخورد نکند.

$\Delta y = v_y t + \frac{1}{2} a_y t^2 = \frac{1}{2} (-3.49 \times 10^{10}) (1.25 \times 10^{-8})^2 = -2.73 \times 10^{-6} \text{ m} < 5 \times 10^{-4} \text{ m}$

d)

شتاب a در هر دو جهت a، b بسیار بزرگتر از $g = 10 \text{ m/s}^2$ است، پس می توانیم از اثرش صرف نظر کنیم.

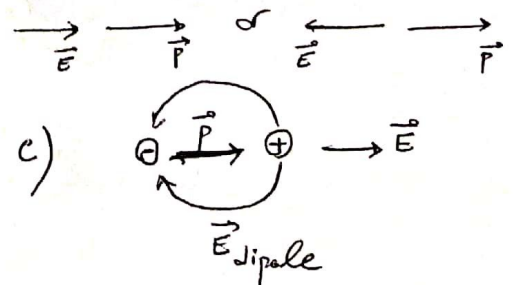
21.48_ example 21.10

$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$; $\lambda = 1.47 \times 10^{-10} \text{ C/m}$, $E = 2.52 \text{ N/C} \rightarrow r = 1.05 \text{ m}$

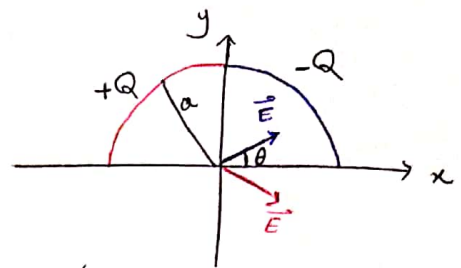
21.53_

a) $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{E} \Rightarrow \tau = rE \sin \phi \rightarrow \text{If } \phi = 0, \pi, \tau = 0$

b) $\frac{d\tau}{d\phi} = +rE \sin \phi$ $\begin{cases} < 0 & \text{at } \phi = \pi + \epsilon \\ > 0 & \text{at } \phi = 0 + \epsilon \end{cases}$ stable



21.84 -



سیلان‌ها در جهت y یکدیگر را خنثی می‌کنند و فقط میدان در جهت x باقی می‌ماند. کارش است روی این از میدان‌های آن‌ها یا
قرنر استرال بگیریم و مؤلفه‌ی x آن را دو برابر کنیم:

$$E = \int dE = \int \frac{k dq}{a^2} = \frac{k}{a^2} \int \lambda ds = \frac{k}{a^2} \int \lambda a d\theta = \frac{k\lambda}{a} \int d\theta$$

$$\lambda = \frac{Q}{\frac{2\pi a}{2}} = \frac{2Q}{\pi a} \quad \text{بار } Q \text{ بر روی نصف دایره خنثی شده}$$

$$E_x = \frac{2kQ}{\pi a^2} \int_0^{\pi/2} \cos\theta d\theta = \frac{2kQ}{\pi a^2} \sin\theta \Big|_0^{\pi/2} = \frac{2kQ}{\pi a^2}$$

$$\rightarrow E_{tot} = 2E_x = \frac{4kQ}{\pi a^2}$$