جلسه اول : فصل ۲۱ : بار الکتریکی قانون کولن

Note Title ۱۳۹۷/۱۱/۲۴

rafibakhsh@ut.ac.ir
rafibakhsh.ir → teaching

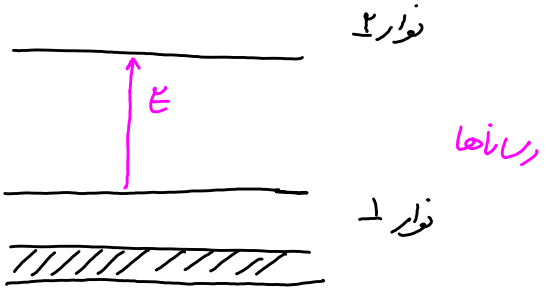
چهار نیروی بنیادی طبیعت ← الکترومغناطیس ← بار + و −
گرانش ← نوترون (بدون بار)
هسته‌ای ضعیف
هسته‌ای قوی ← رنگ RGB
گلوئون gluon

ماده → مولکول → اتم
اتم → الکترون + هسته
هسته → پروتون + نوترون
پروتون و نوترون → کوارک quark → up, down, charm, strange, top, bottom

فصل ۲۱ : بار الکتریکی

سال ۱۸۲۰ ← ارستد ارتباط بین الکتریسیته و مغناطیس را پیدا کرد.
مایکل فارادی : عزیز کار
نیمه قرن ۱۹ ← ماکسول ← فیزیک بندی ریاضی

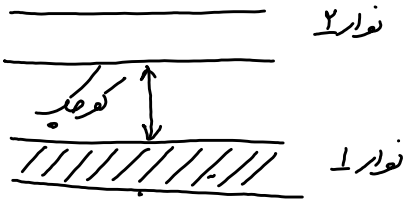
تعریف بار الکتریکی : خصوصیت ذاتی ذرات بنیادی طبیعت است.



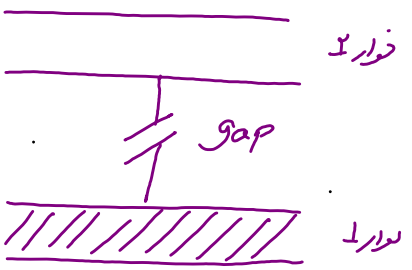
رساناها

Superconductor
رساناها — عاقبا — نیمه رساناها — ابر رساناها
الکترون رسانش : فقید ـ هسته کم است.

سیلیکون Si و Ge ژرمانیم

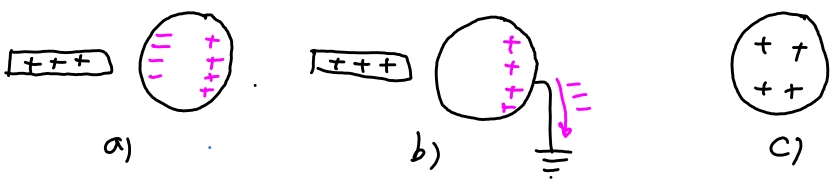


نیم رساناها



نارساناها

باردار کردن اجسام ← روش القا
روش مالش



قانون کولن

Coulomb ↓ سال ۱۷۸۵

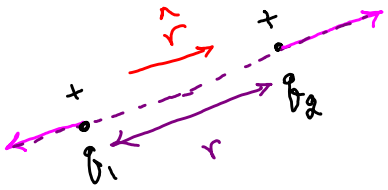
با استفاده از ترازوی پیچشی: $F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$

توان $= 2 \pm 3 \times 10^{-16}$

$\longrightarrow F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ثابت کولن

$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8{,}9875 \times 10^9 \ Nm^2/C^2$

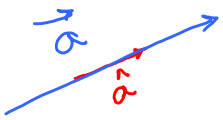
ثابت گذردهی خلأ $\epsilon_0 = 8{,}8542 \times 10^{-12} \ C^2/Nm^2$



$$\vec{F} = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

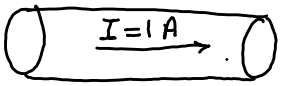
قانون کولن

بردار یکه



$\hat{a} \equiv \frac{\vec{a}}{|\vec{a}|}$

تعریف واحد کولن: اگر در یک سیم جریان پایای ۱ آمپری وجود داشته باشد، یک کولن بار مقداری از باری است که در مدت ۱ ثانیه از سطح مقطع سیم عبور می‌کند.



$I = \frac{dq}{dt} = \frac{q}{t}$ ← در حالت خاص

نهترین بار موجود در طبیعت: $e = 1{,}602\,19 \times 10^{-19} C$

$q = ne \ , \ n = 0, \mp 1, \mp 2, \dots$

بار کوانتیزه است

ذره	بار	جرم (kg)
e	$-1{,}6 \times 10^{-19}$	$9{,}1 \times 10^{-31}$
p	$+1{,}6 \times 10^{-19}$	$1{,}67 \times 10^{-27}$
n	0	$1{,}67 \times 10^{-27}$

کوارک‌ها: $\mp \frac{1}{3}e$ ، $\mp \frac{2}{3}e$

پروتون: uud

$q_u = \frac{2}{3}e$ ، $q_d = -\frac{1}{3}e \longrightarrow$ بار $P = 2 \times \frac{2}{3}e - \frac{1}{3}e = e$

↓

quark Confinement ← داخل هادرونها محبوس هستند.

بایستگی بار: در یک سیستم منزوی بار تغییر نمی‌کند.

قانون بایستگی انرژی

" " اندازه حرکت خطی ← در آن نیروهای وارد بر یک سیستم صفر باشد.

" " " زاویه‌ای ← " " " گشتاورهای " " "

مثال: $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}Th + {}^{4}He$ ← ذره آلفا

عدد جرمی = تعداد p + تعداد n

عدد اتمی : Z : تعداد پروتون‌ها

$^{238}U \longrightarrow 92\,p$

$^{234}Th \longrightarrow 90\,p$

$^{4}He \longrightarrow 2\,p$

$92 = 90 + 2$

پایستگی بار

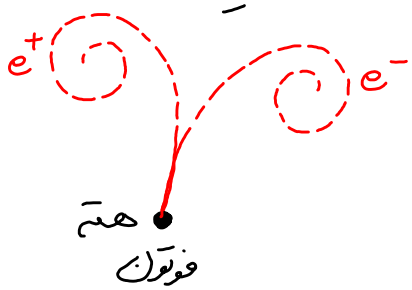
مثال: $e^- + e^+ \longrightarrow \gamma + \gamma$

بار e منفی، بار e مثبت، بار صفر

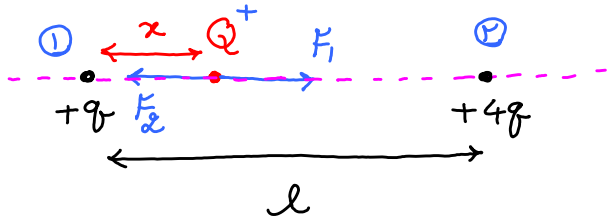
خودتبدیل دو بر ذره باردار

نابودی زوج :

تولید زوج : $\gamma \longrightarrow e^- + e^+$



مثال: دو بار نقطه‌ای q و $+4q$ به فاصله l از یکدیگر قرار گرفته‌اند. بار سوم در موقعیتی قرار می‌گیرد که همه سیستم در حال تعادل قرار می‌گیرد. موقعیت، اندازه و علامت بار سوم را تعیین کنید.



$F_1 = F_2$

$$\frac{kqQ}{x^2} = \frac{k \times 4q \times Q}{(l-x)^2}$$

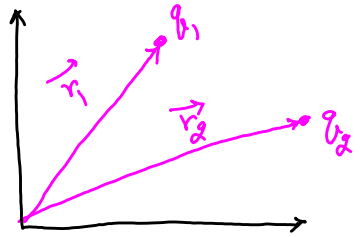
$(l-x)^2 = 4x^2 \Rightarrow l - x = \mp 2x \Rightarrow$

$+ : l = 3x \longrightarrow x = l/3$

$- : l = -x$ ✗

* مسأله ادامه دارد (جلسه بعد)

* تمرین ۱: دو بار مثبت q_1 و q_2 در مکان‌های $\vec{r}_1$ و $\vec{r}_2$ مطابق شکل زیر قرار گرفته‌اند. بار منفی q_3 را کجا قرار دهیم تا نیروی الکتریکی وارد بر هر سه بار صفر شود؟



* تمرین ۲: دو کره باردار کوچک که دارای جرم m می‌باشند را با استفاده از یک نخ ابریشم به طول l از یک نقطه آویزان کرده‌ایم. کره‌ها در فاصله $l \gg x$ قرار گرفته‌اند. اگر بار این کره‌ها به دلیلی شروع به کم شدن کند، آهنگ تغییر بار $\frac{dq}{dt}$ را در حالتی که سرعت کره‌ها به صورت $v = \frac{a}{\sqrt{x}}$ است را بیابید که در آن a یک ثابت است.