

# اللهم صل على محمد وآل محمد

کپی و تقلید شرعاً حرام  
بوده و پیگرد قانونی دارد



## معلم فیزیکی



@moalemfiziki



بچه ها فصل الکتريسيته ساکن اولين فصل فيزيک يازدهم و يکی از فصلای جذاب يازدهم که من واقعا دوستش دارم.



حتی پیشتر از پیام تبریک تولدم توسط دانش آموزانم.

الکتريسيته يه واژه يونانيه که معنیش په فارسی می شه کهربا  
(ببین چه جذاب)



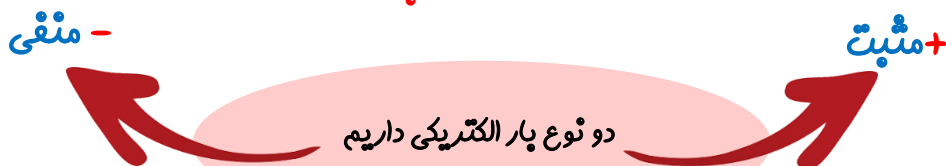
شاید تجربه کرده باشید که وقتی ژاکت خودتون رو از تنتون در میارید جرقه‌هایی تولید می‌شه یا گاهی وقتا در هوای خشک وقتی روی فرش‌های پرزدار راه می‌رید و دست خودتون رو به جای فلزی می‌زنید جرقه ایجاد می‌شه. این نشون می‌ده که توی ژاکت ما یا توی بدن ما بار الکتریکی وجود داره.

اگه از من پرسید بار الکتریکی چیه من از کتاب فيزيک هالیدی اینطوری پهتون می‌گم: بار الکتریکی یک مشخصه ذاتی ذره‌های بنیادی است که اجسام از آنها ساخته شده‌اند. یعنی این ویژگی به طور خود به خود هر جا این ذرات بنیادی وجود داشته باشند همراه آنهاست و در هر جسم معمولی بارهای الکتریکی زیادی پنهان است.

علامه جان نترس لازم نیست اینو حفظ باشی!!!

تعريفشو گفتم که نگی توی هيچ کتاب تست و هيچ جزوه‌ای تعريف بار الکتریکی رو ننوشته.

توی جزوه‌ی من همه چی هست...





## (منفی‌ها رو میگن ← الکترون) (مثبت‌ها رو میگن ← پروتون)

بچه‌ها اجسام نارسانایی که اطرافمون هستند هم بار الکتریکی دارن ولی جالب اینجاست که تعداد بارهای مثبت و منفی‌شون برابره یعنی مثلاً اگه یه جسم ۴ تا بار مثبت داره ۴ تا بار منفی هم داره. به خاطر همین به اجسام نارسانا می‌گن **خنثی**.

بارهای مثبت فقط و فقط داخل هسته‌ی اتم‌ها هستن و الکترون‌ها به دور هسته می‌چرخن، میدونی که الکترون‌ها منفی هستن.

جالب‌تر از همه این‌که اجسام می‌تونن الکترون‌هاشون رو به همدیگه قرض بدن (فقط الکترون، حواست باشه پروتون جابجا نمی‌شه و داخل هسته وجود داره)

**جسمی که الکترون بگیره در اصل تعداد الکترون‌هاش زیاده می‌شه و بار کلش منفی می‌شه.**

**جسمی که الکترون بده در اصل تعداد الکترون‌هاش کمتر می‌شه و چون تعداد پروتون‌هاش از تعداد الکترون‌هاش بیشتر می‌شه بار کلش مثبت می‌شه.**



بچه‌ها دقت کنید!!!!!!

بار الکتریکی به سه روش بین دو جسم منتقل می‌شه که سه تا شو کامل برات باز می‌کنم:

← مالش دو جسم به هم

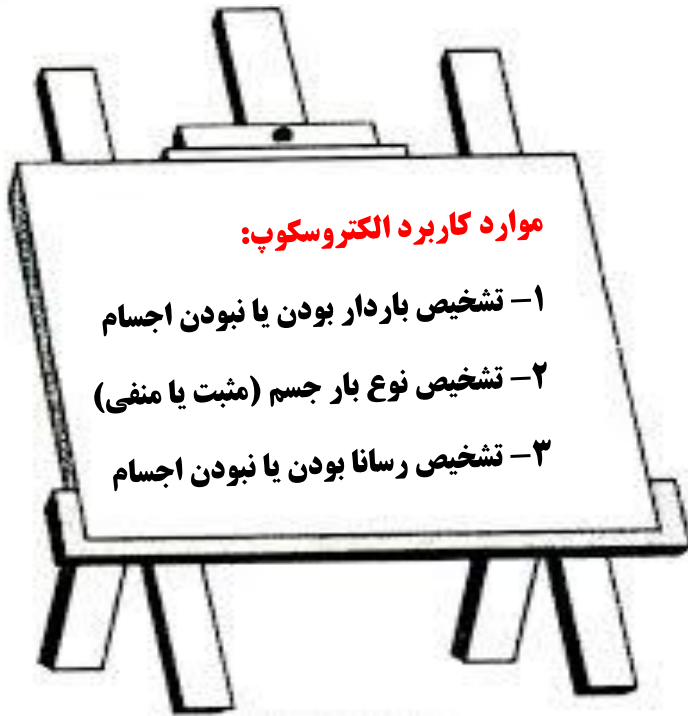
← تماس دو جسم به هم

← القای الکتریکی

قبل از توضیح این سه روش دوست دارم بیشتر برات از بار الکتریکی توضیح بدم...



شاید الکتروسکوپ رو توی آزمایشگاه مدرستون دیده باشید...



بچه‌ها از الکتروسکوپ برای سه کار استفاده می‌کنیم.

## ۱) تشخیص باردار بودن یا نبودن اجسام

اگر جسمی را به کلاهک الکتروسکوپ خنثی (بدون بار) نزدیک کردیم و ورقه‌ها از هم فاصله گرفتند یعنی جسم ما باردار است و اگر بدون حرکت باقی موندن یعنی یعنی جسم باردار نیست.



## ۲) تشخیص نوع بار اجسام

اگر جسم باردار رو به کلاهک الکتروسکوپی که اونم بارداره نزدیک کنیم (حتما باید الکتروسکوپ باردار باشه نوعش معلوم باشه) و ببینیم که ورقه‌ها از هم باز شدند یعنی بار جسم و الکتروسکوپ یکی هستش (یا هر دو مثبتند یا هر دو منفی) ولی اگر ورقه‌ها به هم نزدیک بشن یعنی بار جسم مخالف بار الکتروسکوپه (مثلا اگر الکتروسکوپ بارش منفی بود، جسم بارش مثبت و برعکس)



### ۳) تشخیص رسانا بودن یا نبودن اجسام

اگر جسم را به کلاهک الکتروسکوپ بچسبانیم و ورقه‌ها به هم نزدیک بشن یعنی جسم رساناست (چون بار الکتروسکوپ رو گرفته و بار ورقه‌ها کم می‌شه و به هم نزدیک میشن) ولی اگه دیدیم ورقه‌ها تکیون نخوردن یعنی جسم نارساناست.

هر جسم بارداری رو که به زمین وصل کنیم (چه جسم باردار، چه کلاهک الکتروسکوپ باردار، چه کره‌ی باردار) خنثی می‌شه.

چه جوری؟

اگه جسم مثبت باشه وقتی به زمین وصل بشه از زمین اونقدر الکترون می‌گیره تا تعداد بارهای مثبت و منفیش برابر بشه و اگه جسم منفی باشه اونقدر الکترون به زمین میده تا تعداد بارهای مثبت و منفیش برابر بشه (حواست باشه اجسام بار مثبت منتقل نمی‌کنن)



و یه نکته‌ی دیگه اینکه دست ما هم حکم زمین رو داره.

یادته گفتیم به سه روش می‌شه بار رو منتقل کرد؟


حالا می‌خوام بپریم تو بحثش



از روش مالش برای باردار کردن اجسام نارسانا استفاده می‌کنن. وقتی دو جسم رو به هم مالش بدیم، جسمی که الکترون خواهی بیشتری داره (عاشق گرفتن الکترونه) از جسم دیگه الکترون می‌گیره و بار منفی پیدا می‌کند و جسم دیگه که الکترون خواهی کمتری داره الکترون از دست میده و بارش مثبت می‌شه.



الکترون به ترتیب ۱۷ تا خواستگار داشته  اونایی که اول اومدن الکترون خواهی بیشتری دارن و اونایی که آخر هستن الکترون خواهی کمتری.

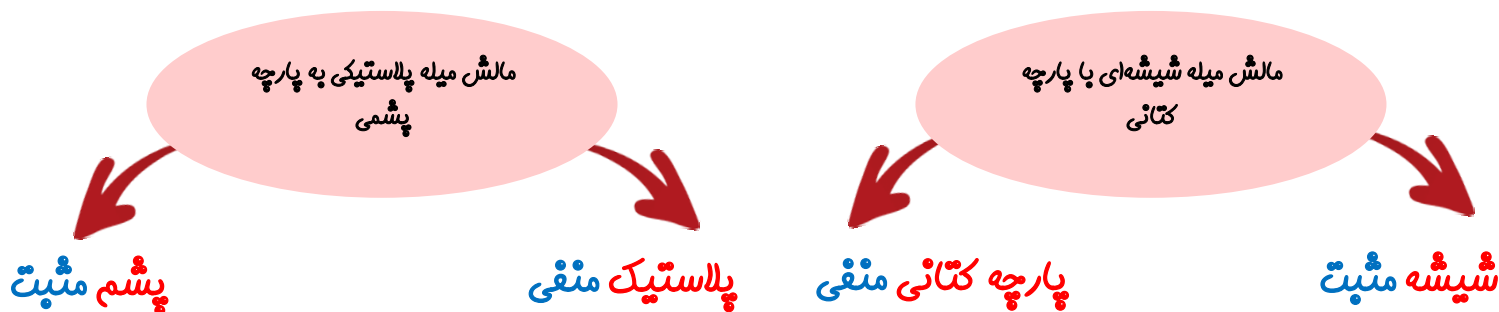
قصدم دارم لیست خواستگاری الکترون رو پخش کنم تا همه بدونن الکترون چه دختر خوبی بوده.  های

### افزایش قدرت الکترون خواهی

شماره خواستگار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
نام خواستگار	تفلون	لاستیک	پلاستیک و پلی اتیلن	پرنج و نقره	کهربا	کتان	چوپ	کاغذ	پوست انسان	آلومینیوم	ابریشم	سرپ	موی گربه	پشم	نایلون	شیشه	موی انسان

مثلا اگه ما **تفلون** رو به **ابریشم** بمالیم چون قدرت الکترون خواهی تفلون از ابریشم بیشتره پس **تفلون** از ابریشم الکترون می گیره و بارش منفی می شه و **ابریشم** چون الکترون از دست می ده بارش مثبت می شه. به همین راحتی به روش مالش هم تفلون باردار شد هم ابریشم. در صورتی که قبلا خنثی بودن.

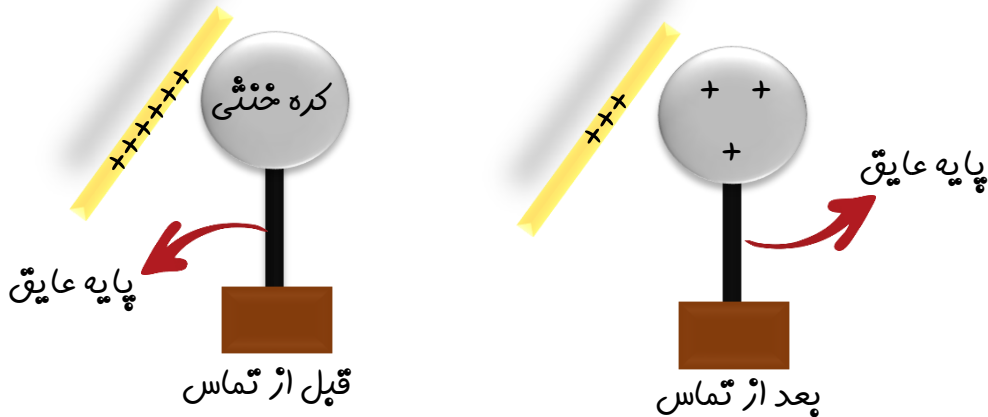
در کل توی اون لیست که پهت دادم هر کی راست تر باشه منفی می شه





## روش تماسی

فرض کنید من بخوام یه کره خنثی رو با روش تماسی باردار کنم. یه میله‌ی رسانا با بار مثبت رو به کره تماس می‌دم. میدونی چه اتفاقی می‌افته؟؟ یه مقدار از بارهای مثبت میله به کره منتقل می‌شه و هر دوتاشون مثبت می‌شن.



غلام: آقا مگه نگفتید بار مثبت منتقل نمی‌شه؟



استاد: آفرین سوال خوبی بود.

اینجا در اصل میله کمپود الکترون داره و از کره‌ی خنثی الکترون می‌گیره تا یه توازن باری بین کره و میله برقرار بشه و بعد از کره جدا می‌شه.

به این میگن دست‌های پشت پرده!

## روش القا

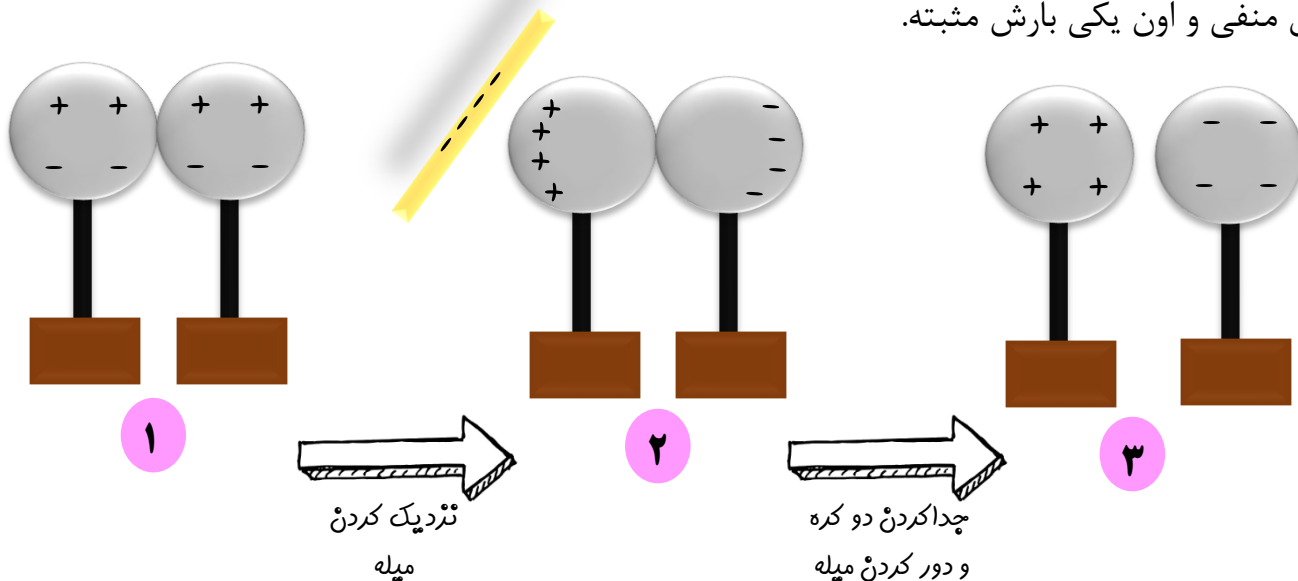
القا در اصل یعنی انتقال بدون تماس، مثل من که دارم بدون تماس با مغز شما فیزیک رو هل



میدم تو مغزتون

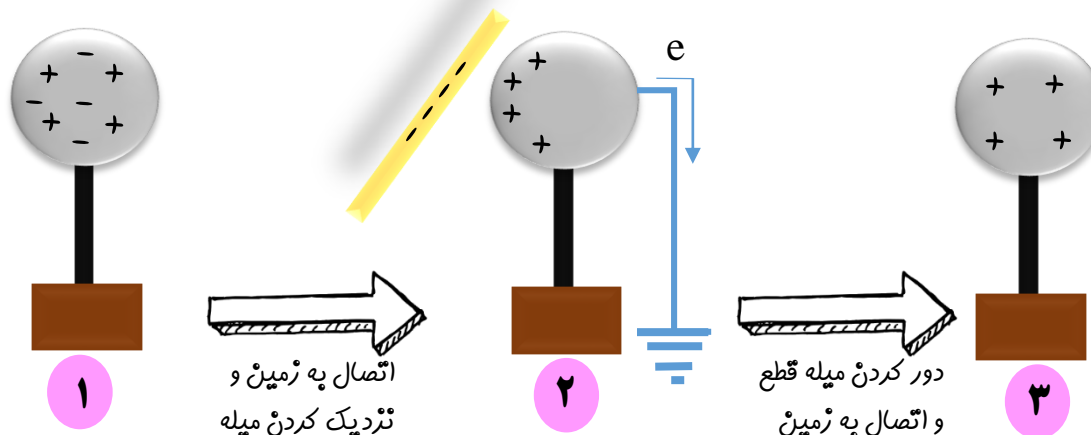


یه مثال براتون می‌زنم: دو تا کره‌ی خنثی داریم که به هم وصل هستن (مسلماً وقتی به هم وصل هستنند بارشون یکسانه) حالا اگه من یه میله پلاستیکی با بار منفی را به کره A نزدیک کنم بارهای مثبت می‌رن به سمت میله که بارش منفیه و بارهای منفی از میله دور می‌شن و میرن تو کره B حالا اگه کره‌ها رو از هم جدا کنیم و بعد میله رو دور کنیم، الان دو تا کره داریم که یکی بارش منفی و اون یکی بارش مثبتته.



حتی می‌تونم توی یدونه کره هم بار ایجاد کنم.

یه کره خنثی بر می‌دارم و بهش یه میله‌ی مثلاً با بار منفی نزدیک می‌کنم بعد کره رو به زمین وصل می‌کنم تا بتونه الکترون‌هاشو تخلیه کنه چون بارهای مثبتش رفته سمت میله. حالا اگه میله رو دور کنم یه کره باردار با بار مثبت دارم.





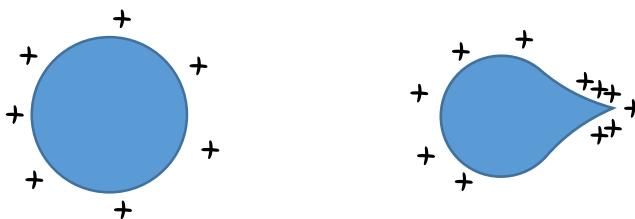


این شد کل داستان بار الکتریکی و مفاهیمش...

نکته



یه نکته‌ی خیلی مهم اینکه بار الکتریکی حتماً روی سطح خارجی اجسام رسانا پخش می‌شه و جالب اینکه در نقاط نوک تیز تراکم بار بیشتری.



مثال ۱

جسمی با بار مثبت را به کلاهک الکتروسکوپ خنثی نزدیک می‌کنیم و بدون تماس با آن در کنارش نگه می‌داریم. ملاحظه می‌شود ورقه‌های الکتروسکوپ باز شده است. در این حالت بار کلاهک و بار ورقه به ترتیب عبارتند از:

(۱) مثبت - مثبت      (۲) مثبت - منفی      (۳) منفی - مثبت      (۴) منفی - خنثی

دکتر جان خوب گوش کن...



وقتی جسم با بار مثبت رو به کلاهک الکتروسکوپ خنثی نزدیک می‌کنیم باعث می‌شه بارهای منفی که داخل ورقه‌ها هستند برن به سمت کلاهک و خودشونو به میله‌ی مثبت نزدیک کنن پس کلاهک بارش منفی می‌شه و ورقه‌ها هم چون الکترون از دست دادن بارشون مثبت می‌شه. دیدی به همین راحتی....

✓ پس گزینه ۳ صحیحه



## مثال ۲

یک میله‌ی شیشه‌ای بدون بار را به تفلون مالش می‌دهیم، تفلون را به کلاهدک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم (الکتروسکوپ بدون بار است) ورقه‌ها از هم دور می‌شوند. در این حالت بار کلاهدک و ورقه‌ها به ترتیب کدام است؟

- (۱) مثبت - منفی      (۲) مثبت - مثبت      (۳) منفی - مثبت      (۴) مثبت - مثبت



**پاسخ:** اولاً داخل لیست خواستگارا (جدول تریپوالکتریک) تفلون راست‌تره پس تفلون بارش منفی می‌شه و شیشه بارش مثبت (لازم نیست جدول رو حفظ باشید اگه ارزش سوال پیاد جدول رو بهترتون می‌دن) حالا تفلون که بارش منغیه رو به کلاهدک نزدیک می‌کنیم و این باعث می‌شه بارهای مثبت داخل ورقه‌های الکتروسکوپ پیاد بالا و داخل کلاهدک بمونه پس بار کلاهدک مثبت و بار ورقه‌ها منفی می‌شن.

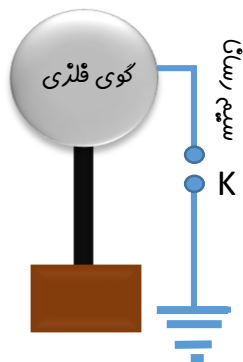
✓ پس گزینه (صیحیه)

یادداشت:



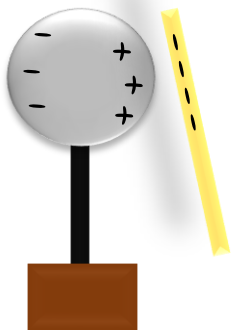
## مثال ۳

در شکل زیر میله‌ای دارای بار منفی را به یک کره خنثی که روی پایه‌ی عایقی قرار دارد، نزدیک می‌کنیم. اگر در همین حالت کلید K را وصل کنیم.....



- (۱) بارهای منفی از زمین به کره منتقل می‌شوند و بار کره منفی می‌شود.
- (۲) بارهای منفی از کره‌ی فلزی به زمین می‌روند و بار کره مثبت می‌شود.
- (۳) بارهای مثبت از زمین به سمت کره کشیده شده و بار کره مثبت می‌شود.
- (۴) بارهای مثبت از کره به زمین می‌روند و بار کره منفی می‌شود.

بچه‌ها وقتی میله به کره نزدیک بشه، بارهای مثبت می‌رن طرفش و بارهای منفی ازش دور می‌شن. حالا وقتی کره رو به زمین وصل کنیم راه برای فرار الکترون‌ها باز میشه و می‌رن توی زمین و به همین راحتی بار کره مثبت می‌شه.





مشق شب



مثال ۴

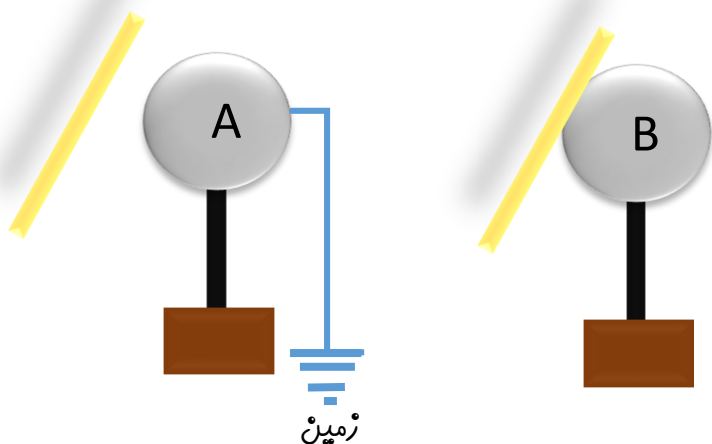
یک میله خنثی را به یک الکتروسکوپ باردار نزدیک می‌کنیم (بدون تماس) ورقه‌های الکتروسکوپ  
.....

- (۱) به هم نزدیک و سپس ممکن است از هم دور شوند  
(۲) از هم دور می‌شوند  
(۳) به هم نزدیک می‌شوند  
(۴) از هم دور و سپس نزدیک می‌شوند

✓ پاسخ: گزینه‌ی ۱

مثال ۵

شکل‌های مقابل روش‌های ایجاد بار الکتریکی در جسم A و جسم B را نشان می‌دهند اگر بخواهیم  
جسم‌ها باردار شوند:



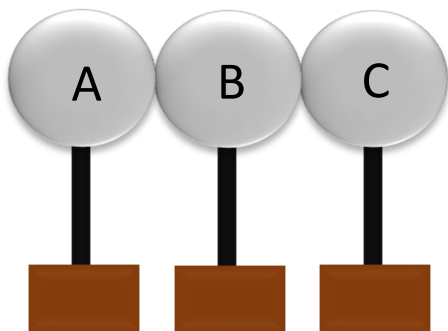
- (۱) A می‌تواند رسانا یا نارسانا باشد.  
(۲) B می‌تواند رسانا یا نارسانا باشد.  
(۳) B می‌تواند فقط رسانا باشد.  
(۴) A می‌تواند فقط رسانا باشد.

✓ پاسخ: گزینه‌ی ۲



## مثال ۶

در شکل زیر سه کره A، B و C رسانا هستند. اگر میله‌ای از جنس تفلون را با پارچه پشمی مالش دهیم، سپس میله را در مجاورت کره A نگه داریم و کره B را هم زمان از دو کره‌ی دیگر دور کنیم، نوع بار الکتریکی A، B و C به ترتیب کدام است؟



(۱) منفی - خنثی - مثبت

(۲) منفی - منفی - مثبت

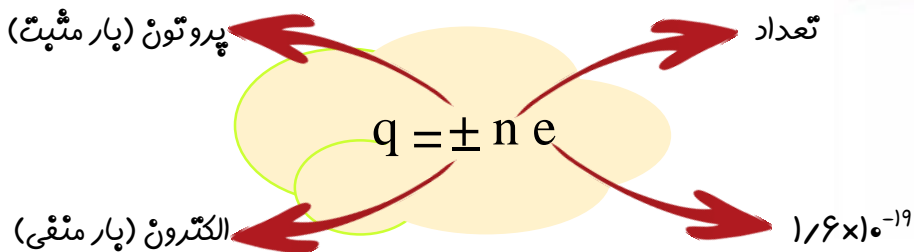
(۳) مثبت - خنثی - منفی

(۴) مثبت - مثبت - مثبت

✓ پاسخ: گزینه‌ی ۳

بچه‌ها هر جسمی دارای بار الکتریکی هستند که اون بار الکتریکی در واقع مضرب صحیحی از بار الکترونه. یا اگه بخوام خودمونی بگم بار الکتریکی هر جسم رو با  $q$  نمایش می‌دن که این بار الکتریکی در واقع تشکیل شده از  $n$  یعنی  $e$  یا  $n$  بار الکترون ( $1.6 \times 10^{-19}$ ) و اگه بار جسم مثبت باشه  $q$  منفیه

## بار الکتریکی و قانون کولن





راستی، اگه دستت رو زدی به فلز و دیدی جرقه زد بدون توهم باردار بودی یعنی دارای بار الکتریکی بودی یکای بار هم کولن هستش که با C نمایش میدن و چون کولن خیلی زیاده معمولاً از  $\mu\text{C}$  استفاده می‌کنن. باز هم یادآوری می‌کنم: وقتی بار جسمی مثبته یعنی ازش الکترون گرفتیم و وقتی منفیه یعنی الکترون گرفته.

بعداً نگی نگفتیا!!!! 

### مثال ۷

بار الکتریکی جسمی  $32 \mu\text{C}$  است. تعیین کنید چند الکترون از جسم گرفته شده است؟

$$2 \times 10^{16} (1)$$

$$2 \times 10^{25} (3)$$

$$2 \times 10^{14} (2)$$

$$2 \times 10^6 (4)$$

پاسخ: دکتر همه‌ی اجسام خنثی هستن، حالا ما می‌تونیم الکترون پهبشون بدیم و بار کل جسم رو منفی کنیم و یا الکترون ازش بگیریم و بار کلش رو مثبت کنیم. (الان اینجا n تا الکترون از جسم گرفتیم تا بارش شده  $32 \mu\text{C}$ )



$$q = +n e \quad \rightarrow \quad 32 \times 10^{-6} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \quad \rightarrow$$

$$n = \frac{32 \times 10^{-6}}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{32 \times 10^{-6}}{16 \times 10^{-20}} = 2 \times 10^{14}$$

✓ پاسخ: گزینه‌ی ۲

FIZAMIN  
فیزیک به سبک علیرضا امینی

## مثال ۸

اگر به جسم رسانایی که دارای بار الکتریکی  $q = +16 \times 10^{-6} \text{ C}$  است،  $10^{+15}$  الکترون بدهیم، بار الکتریکی نهایی جسم پس از این تبادل چند کولن خواهد شد؟

(۱)  $1/44 \times 10^{-4}$       (۲)  $-1/44 \times 10^{-4}$       (۳)  $-1/6 \times 10^{-5}$       (۴) صفر

پاسخ: اول باید بدو نیم  $10^{+15}$  تا الکترون به یه جسم بدیم بارش چند کولن می شه (الکترون دادن یعنی بار جسم منفی می شه)



$$q = -n e = -10^{15} \times 1/6 \times 10^{-19} = -1/6 \times 10^{-4} \text{ C}$$

حالا این مقدار بار رو با بار قبلی جسم جمع می کنیم.


$$q' = 16 \times 10^{-6} + (-1/6 \times 10^{-4}) = 0.16 \times 10^{-4} - 1/6 \times 10^{-4}$$

$$= -1/44 \times 10^{-4} \text{ C}$$

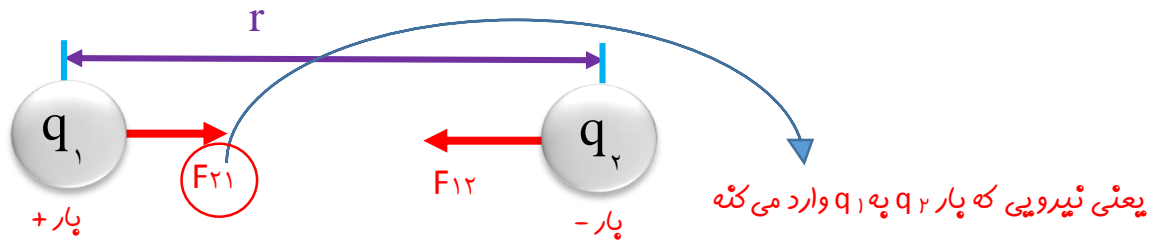
✓ پاسخ: گزینه ی ۲



به همین راحتی...

بارهای مثبت و منفی خاصیت جالبی دارن، بارهای مثبت و منفی از هم نوع خودشون پدشون میاد یعنی منفی دوست نداره پیش منفی باشه مثبت هم دوست نداره پیش مثبت باشه. ولی امان از وقتی که یه بار منفی یه بار مثبت رو ببینه یا بر عکس، با سر می رن سمت هم دیگه. 

آقای کولن نیروی بین این بارها یعنی نیرویی که بار منفی به بار منفی وارد می کنه تا دفعش کنه یا نیرویی که بار مثبت به منفی وارد می کنه تا جذبش کنه رو به دست آورد و فرمولش رو گفت...



ثابت کولن

بار الکتریکی بار اول (C)

بار الکتریکی بار دوم (C)

نیروی بین دو بار (N)

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

فاصله بین دو بار (m)

دو بار هم نام همدیگه رو با نیروی F دفع می‌کنن...

دو بار نا هم نام همدیگه رو با نیروی F جذب می‌کنن...

بارها چه + بودن چه - علامتشون رو توی این رابطه نذار



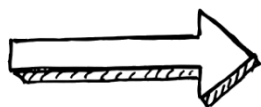
$$K = \frac{F r^2}{q_1 q_2} \left( \frac{N \cdot m^2}{C^2} \right)$$



یکای واحد کولن می‌دونی چیه؟؟؟؟

اگه نمی‌دونی تتهاش کن و ارزش پپرس...

اندازه K



$$K = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$





## مثال ۹

دو ذره‌ی باردار  $q_1 = 2\mu\text{C}$  و  $q_2 = 5\mu\text{C}$  در فاصله ۳۰ سانتی متری از هم واقع اند. اندازه‌ی نیرویی که این دو ذره به یکدیگر وارد می‌کنند چند نیوتون است؟ ( $K = 9 \times 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$ )

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



پاسخ: یه جایگذاری ساده



$$\left. \begin{array}{l} q_1 = 2\mu\text{C} = 2 \times 10^{-6}\text{C} \\ q_2 = 5\mu\text{C} = 5 \times 10^{-6}\text{C} \\ r = 30\text{cm} = 30 \times 10^{-2} \end{array} \right\} F = \frac{Kq_1q_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(30 \times 10^{-2})^2}$$

$$= \frac{90 \times 10^{-3}}{900 \times 10^{-4}} = \frac{10^{-3}}{10^{-3}} = 1(\text{N})$$

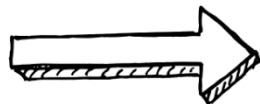
✓ پاسخ: گزینه‌ی ۱

## تکنیک ۹۰

بچه‌ها این تکنیک خفن می‌گه که معمولاً توی اکثر تست‌ها پارها بر حسب  $\mu\text{C}$  فاصله بر حسب  $\text{cm}$  هستش. اگه اینجوری بود نه پارها رو تبدیل یکا کن و نه فاصله رو و فقط اینکارو کن:

$$F = \frac{90 \times q_1 q_2}{r^2}$$

مثلاً برای سوال قبیل



$$F = \frac{90 \times 2 \times 5}{(30)^2} = \frac{900}{900} = 1(\text{N})$$

FIZAMIN  
فیزیک به سبک علیرضا امینی

مثال ۱۰

نیروی بین دو بار  $q_1$  و  $q_2$  که به فاصله  $r$  از یکدیگر قرار دارند،  $F$  است. اگر اندازه‌ی یکی از بارها و همچنین فاصله‌ی بین دو بار، نصف شود، نیروی بین آن‌ها چند برابر می‌شود؟

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: بچه‌ها شاغلام هم میدونه که این تست با روش قبل و بعد عمل یا همون مقایسه‌ای حل می‌شه خیلی هم سادس...



$$\left. \begin{array}{l} q_1 = q_1 \xrightarrow{\text{بعد عمل نصف می‌شه}} q'_1 = \frac{q_1}{2} \\ q_2 = q_2 \xrightarrow{\text{تغییری نمی‌کنه}} q'_2 = q_2 \\ r_1 = r_1 \xrightarrow{\text{نصف می‌شه}} r' = \frac{r_1}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow F = \frac{Kq_1 q_2}{r^2} \Rightarrow$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_2}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{q_1}{2}}{q_1} \times \frac{q_2}{q_2} \times \left(\frac{r}{\frac{r}{2}}\right)^2$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{1}{2} \times 1 \times 4 = 2$$

حواستون باشه فقط یکی از بارها نصف شده

شاگرد زرنگ‌ها مثل غلام اول رابطه رو می‌نویسن، بعد روی خود رابطه هر پارامتر هر پارامتر هر تغییری کرده رو جایگزین می‌کنن اینجوری:

$$F = \frac{Kq_1 q_2}{r^2} \Rightarrow \frac{1}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = \frac{1}{\frac{r^2}{4}} = \frac{4}{r^2} = 2$$





## مثال ۱۱

نیرویی که دو بار نقطه‌ای  $+q$  در فاصله  $r$  به یکدیگر وارد می‌کنند برابر  $۶۴۰\text{N}$  است. اگر بار  $۲\mu\text{C}$  از یکی کم کرده و به دیگری همین مقدار را اضافه کنیم نیروی جدید  $F'$ ، در همان فاصله برابر  $۶۰۰\text{N}$  می‌شود. بار  $q$  چند میکروکولن بوده است؟

۴ (۴)

۶ (۳)

۸ (۲)

۱۲ (۱)

پاسخ: اول اطلاعات مسئله رو می‌نویسیم و بعد جایگذاری می‌کنیم. ولی حواسم هست که فاصله قبل از عمل با بعد از عمل برابر و تغییری نمی‌کنه.

$$\begin{aligned} F = 640 &\longrightarrow F' = 600 \\ q_1 = q &\longrightarrow q' = q - 2 \\ q_2 = q &\longrightarrow q'_2 = q + 2 \end{aligned}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_1}{q_1} \times \frac{q'_2}{q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

$$\frac{600}{640} = \frac{(q-2)(q+2)}{q^2} = \frac{q^2-4}{q^2} \quad \longrightarrow \quad \frac{15}{16} = \frac{q^2-4}{q^2}$$

$$15q^2 = 16q^2 - 64 \quad \longrightarrow \quad q^2 = 64 \quad \longrightarrow \quad q = 8\mu\text{C}$$

چون همون اول سوال گفته  $q$ ها مثبتن پس این  $۸\mu\text{C}$  هم در اصل  $۸\mu\text{C} +$  هستش و گزینه‌ی ۲ جوابه



## مثال ۱۲

دو گلوله‌ی فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی می‌باشند، از فاصله‌ی ۳۰ سانتی متری، نیروی جاذبه‌ی ۴ نیوتون به یکدیگر وارد می‌کنند. اگر این دو گلوله را به هم تماس دهیم بار الکتریکی هر کدام  $3\mu\text{C}$  خواهد شد. بار اولیه گلوله‌ها بر حسب میکروکولن کدام است؟

$$(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$$

(۱) +۱۲ و -۶ (۲) +۱۰ و -۴ (۳) +۹ و -۳ (۴) +۸ و -۲



پاسخ: دکتر اول از همه می‌دونیم این دو تا بار از فاصله ۳۰ سانتی متری به هم

نیروی جاذبه‌ی ۴ نیوتونی وارد می‌کنن پس اولاً این دو تا بار محترم ناهم‌نامند و دوماً

مشابه‌اند (از تکنیک ۹۰ می‌رم جلو)

$$F = \frac{Kq_1q_2}{r^2} \Rightarrow 4 = \frac{9 \cdot q_1q_2}{30^2} \Rightarrow q_1q_2 = 40 \xrightarrow{\text{چون ناهم‌نامند}} q_1q_2 = -40$$

از په طرف ديگه هر وقت دو تا گلوله مشابه با بارهای  $q_1$  و  $q_2$  را به هم تماس بدیم بار هر

کدوم از اونا میانگین بارها می‌شه یعنی  $\frac{q_1+q_2}{2}$  پس اینجا در اصل این  $3\mu\text{C}$  که طرح

گفته میانگین بارها بوده یعنی:

$$\frac{q_1 + q_2}{2} = 3 \Rightarrow q_1 + q_2 = 6$$



در کل

$$\begin{cases} q_1 q_2 = -40 \\ q_1 + q_2 = 6 \end{cases} \quad \begin{array}{l} q_1 = 6 - q_2 \\ q_1 q_2 = -40 \end{array} \rightarrow (6 - q_2) q_2 = -40 \rightarrow 6q_2 - q_2^2 = -40$$

$$\rightarrow q_2^2 - 6q_2 - 40 = 0 \rightarrow \begin{cases} q_2 = -4 \mu C \\ q_1 = 10 \mu C \end{cases}$$

بچه‌ها وقتی فهمیدیم که  $q_1 + q_2 = 6$  و  $q_1 q_2 = 40$  می‌تونستیم سریع گزینه‌ها رو جایگذاری کنیم و بفهمیم جواب گزینه‌ی ۲ می‌شه

مشق شب



مثال ۱۳

دو بار مساوی، هریک برابر با  $Q$  بر یکدیگر نیروی  $F$  وارد می‌کنند. اگر نصف یکی از بارها را برداشته و به دیگری اضافه کنیم در همان فاصله قبلی نیروی بین دو بار چند  $F$  می‌شود؟

$$\frac{16}{9} \quad (4)$$

$$\frac{9}{16} \quad (3)$$

$$\frac{4}{3} \quad (2)$$

$$\frac{3}{4} \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۱





## مثال ۱۴

دو بار الکتریکی هم نام  $q_1 = 64 \mu C$  و  $q_2$  در فاصله ۲، نیروی  $F$  بر هم وارد می کنند. اگر ۲۵ درصد از بار  $q_1$  را برداشته به  $q_2$  اضافه کنیم، بدون تغییر فاصله ی بارها نیروی متقابل بین آنها ۵۰ درصد افزایش می یابد. مقدار اولیه ی  $q_2$  چند میکروکولن است؟

۴(۴)

۳(۳)

۲(۲)

۱(۱)

پاسخ: گزینه ۲



## مثال ۱۵

دو کره فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی  $q_1 = +5 \mu C$  و  $q_2 = +15 \mu C$  در فاصله ۲ نیروی  $F$  بر یکدیگر وارد می کنند اگر این دو کره را در یک لحظه با یکدیگر تماس دهیم به طوری که فقط بین دو کره مبادله ی بار صورت گیرد و مجدداً به همان فاصله ی قبلی برگردانیم نیروی دافعه ی بین دو کره چگونه تغییر می کند؟

(۱) ۲۵ درصد افزایش می یابد

(۲) ۲۵ درصد کاهش می یابد

(۳) تقریباً ۳۳ درصد کاهش می یابد

(۴) تقریباً ۳۳ درصد افزایش می یابد

بچه ها هر جای این تست مشکل داشتید حتماً پیامد از خودم پرسید این تست خیلی جذاب و قشنگه حتماً حل کنید

پاسخ: گزینه ۴

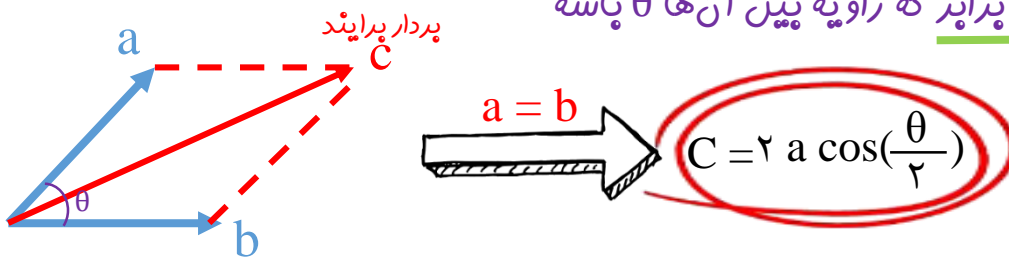




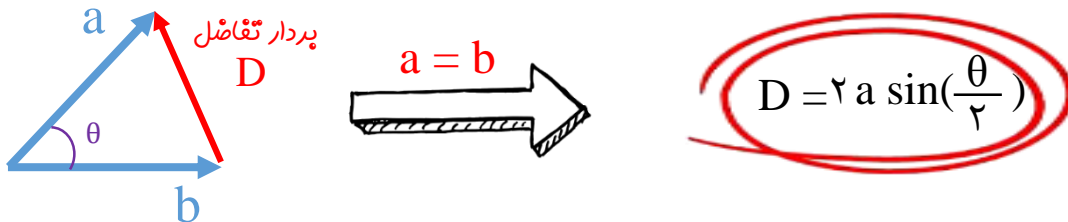
### پردارها و پرايند نيروهاي الکتريکی

پچه‌ها پراي فيزيک کنکور هرکي پردارها و قوانين پردارها رو ندونه خيلي از بقيه عقب‌تره،  
قبلاً توي فصل‌هاي قبل هم در موردشون کم و پيش صحبت کرديم.

- پرايند دو پردار پراير که زاويه بين آنها  $\theta$  باشه

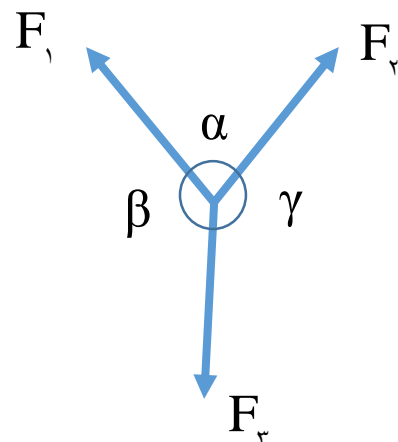


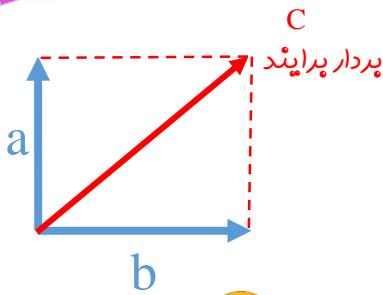
- تفاضل دو پردار پراير که زاويه بين آنها  $\theta$  باشه



- قانون سينوس‌ها

$$\frac{F_1}{\sin\gamma} = \frac{F_2}{\sin\beta} = \frac{F_3}{\sin\alpha}$$





$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

- پرایند دو بردار عمود پر ہم

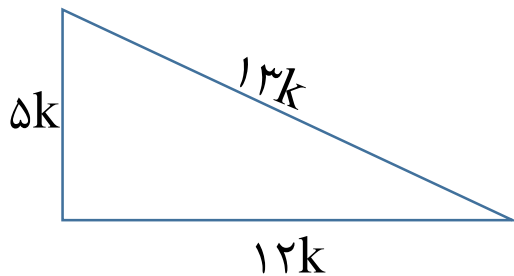


بچہا می خوام در مورد مثلث‌های پر کاربرد فیثاغورث ہم پھتون پگم

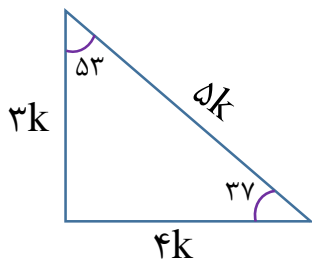
مثلاً اگہ یہ مثلث قائم الزاویہ داشتہ باشم کہ یہ ضلع اون ۳cm باشہ و یکی دیگہ اش ۴cm مسلماً طبق قانون فیثاغورس ضلع بعدی می شہ ۵cm می گی نہ؟؟ حساب کن

من پھش میگم مثلث ۵-۴-۳ تازہ جالب اینجاست کہ می تونیم پھش پگیم مثلث ۵k-۴k-۳k کہ k یہ ضریب دلخواہه مثلاً اگہ یہ ضلع یک مثلث ۶cm و یکی دیگہ ۸cm باشہ مسلماً ضلع بعدی ۱۰cm می شہ (۵×۲، ۴×۲، ۳×۲).

تازہ من خودم زاویہی بین اضلاع رو حفظ کردم کہ دیگہ نیازی بہ حساب کتاب سر جلسہ کنکور نداشتہ باشم. الان ہمشو بہت می گم

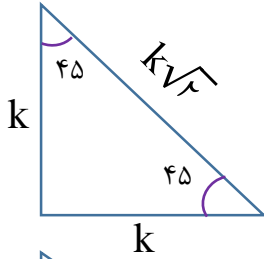


مثلث ۵-۱۲-۱۳

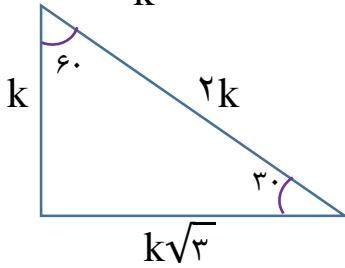


مثلث ۳-۴-۵





مثلث ۴۵-۴۵



مثلث ۳۰-۶۰

در مثلث قائم الزاويه، ضلع مقابل به زاويه ۳۰ درجه نصف وتره و ضلع مقابل زاويه ۶۰ درجه  $\frac{\sqrt{3}}{2}$



شاید فکر کنی که اینا برای این فصل به چه دردی می‌خوره؟

حالا با چندتا مثال کاربردشونو می‌بینی.

یادداشت:



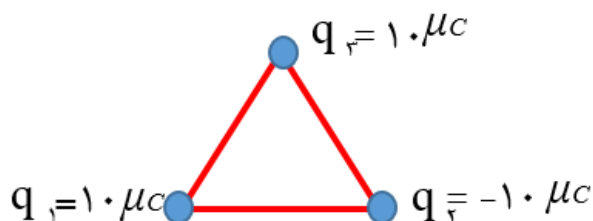
## مثال ۱۶

در شکل زیر سه بار الکتریکی نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  و  $q_3$  در سه رأس یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع یک متر ثابت شده‌اند. بزرگی نیروهای الکتریکی وارد بر  $q_3$  از طرف دو بار  $q_1$  و  $q_2$  چند نیوتون و جهت آن به کدام سو خواهد بود؟

$$(K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2} \quad \text{و} \quad \cos 60^\circ = \frac{1}{2})$$

$$\leftarrow \text{ و } 0.9 \quad (1) \quad \rightarrow \text{ و } 0.9 \quad (2)$$

$$\leftarrow \text{ و } 1/8 \quad (3) \quad \rightarrow \text{ و } 1/8 \quad (4)$$

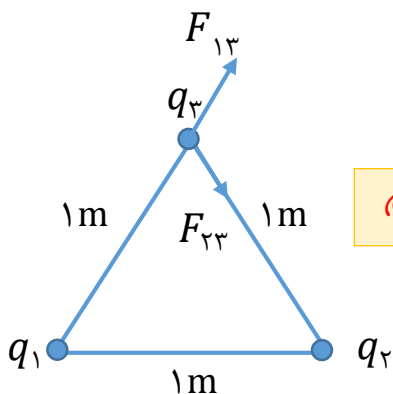


**پاسخ:** اولاً مثلث متساوی الاضلاع هستش پس همی زوایای اون ۶۰ درجه هستن. حالا می‌رم سراغ  $q_3$  تا بتونم برآیند نیروهای وارد بر اون رو حساب کنم. چندتا نکته رو حواست باشه:

(۱) بار  $q_1$  بار  $q_3$  رو دفع می‌کنه چون همنامند ( $F_{13}$ )

(۲) بار  $q_2$  بار  $q_3$  رو جذب می‌کنه چون ناهم‌نامند ( $F_{23}$ )

(۳) نیروهای  $F_{13}$  و  $F_{23}$  برابرین چون



تکنیک ۹۰ (بارها  $\mu C$  و فاصله  $Cm$ )

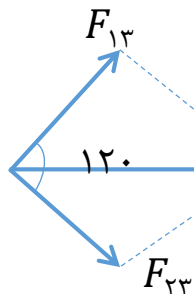
$$F_{13} = \frac{9 \times 10 \times 10}{(100)^2} = 0.9 (N)$$

$$F_{23} = \frac{9 \times 10 \times 10}{(100)^2} = 0.9 (N)$$

$$F_{13} = F_{23}$$



پس حالا باید برآیند دو بردار برابر رو حساب کنیم که زاویه‌ی بینشون  $120^\circ$  درجه است.




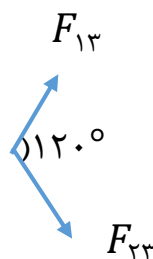
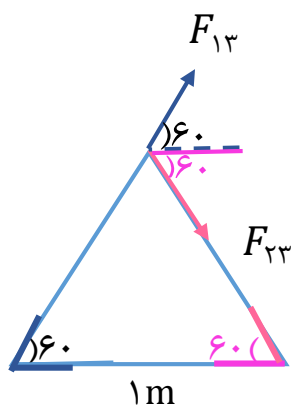
$$\text{برآیند دو بردار برابر با زاویه‌ی } \theta = 2a \cos \frac{\theta}{2} = 2 \times 0.9 \times \cos(60^\circ)$$

$$= 2 \times 0.9 \times \frac{1}{2} = 0.9 \text{ (N)}$$

گزینه ی ۲

شا غلام: استاد از کجا فهمیدی زاویه ی بینشون  $120^\circ$  درجه است؟

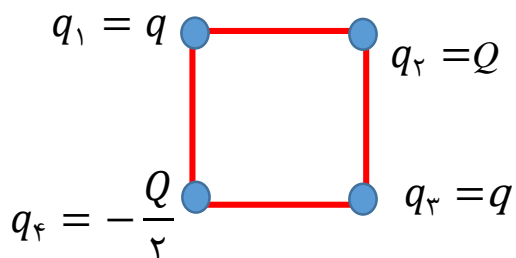
استاد: عزیزم یادته گفتیم هرگاه دو ضلع زاویه ای با دو ضلع یه زاویه موازی باشن اون دو زاویه برابرن؟ الان ببین دوتا زاویه‌ی آبی باهم اضلاعشون موازی اند و دوتا اضلاع صورتی هم اضلاعشون موازی اند 





## مثال ۱۷

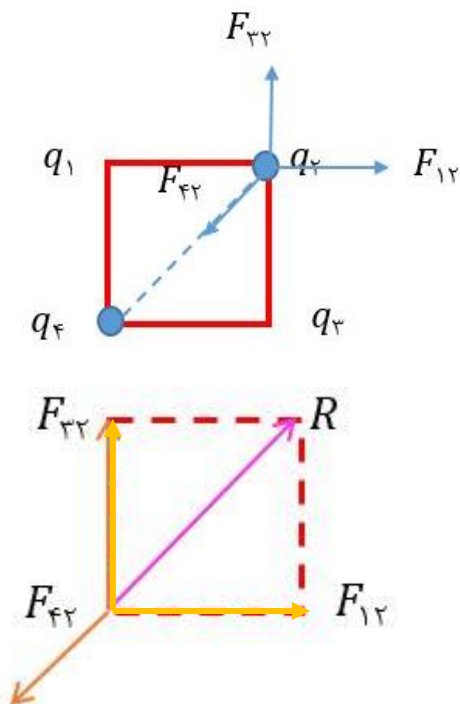
چهار ذره ی باردار در راس های یک مربع قرار دارند، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر ذره ی باردار  $q_2$  صفر است، کدام است  $\frac{Q}{q}$ ؟



$$+4\sqrt{2} \quad (2) \quad +2\sqrt{2} \quad (1)$$

$$-4\sqrt{2} \quad (4) \quad -2\sqrt{2} \quad (3)$$

**پاسخ:** اول باید بدونی که می‌خواهیم برآیند نیروهای وارد بر  $q_2$  رو حساب کنی،  $q_4$  که  $q_2$  رو جذب می‌کنه چون ناهم نام هستند و  $q_1$ ،  $q_3$  و  $q_2$  رو دفع می‌کنن یعنی اینجوری



طراح به ما میگه که برآیند نیروهای وارد بر  $q_2$  صفره، یعنی همه ی نیروها همدیگه رو خنثی میکنند پس برای این اتفاق باید برآیند دو تا نیروی  $F_{12}$  و  $F_{32}$  یعنی  $R$  باید با نیروی  $F_{42}$  برابر باشه چون خلاف جهت همن حالا میرم سراغ حل تست، دیگه کامل مشخصه که  $F_{32}$  با  $F_{12}$  برابره، ضلع مربع رو هم  $a$  می‌گیریم

$$F_{32} = F_{12} = \frac{kqQ}{a^2} = \text{برآیند } F_{12} \text{ و } F_{32} \text{ که هم برابرن و هم عمود بر هم}$$

$$R = \sqrt{F_{12}^2 + F_{32}^2} = \sqrt{2}F$$

$$R = \sqrt{2} \left( \frac{kqQ}{a^2} \right)$$



حالا پریم  $F_{۴۲}$  رو هم حساب کنیم (قطر مربع همیشه همیشه  $a\sqrt{۲}$ )

$$F_{۴۲} = \frac{k\frac{Q}{۲} \times Q}{(a\sqrt{۲})^۲} = \frac{۱}{۴} \frac{kQQ}{a^۲} = \frac{kQ^۲}{۴a^۲}$$

گفتیم برای صفر بودن بردار نیروهای وارد بر  $q_۲$  باید R با  $F_{۴۲}$  برابر باشد پس

$$\sqrt{۲} \frac{kqQ}{a^۲} = \frac{kQQ}{۴a^۲} \quad \sqrt{۲}q = \frac{Q}{۴} \quad \Rightarrow \quad \frac{Q}{q} = ۴\sqrt{۲}$$

گزینه ۲

گزینه ۴ رو بخاطر این انتخاب نکردم چون Q و q هم علامت بودن

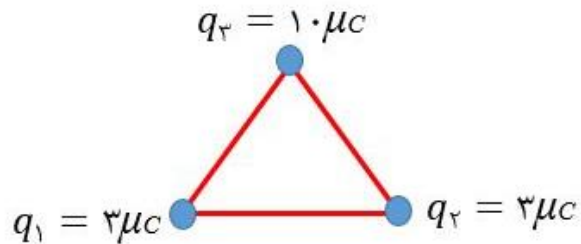
این مبحث بچه‌ها اندازه‌ی موهای سرتون می‌شه ارزش تست طرح کرد و فقط و فقط با حل کردن زیاد تست می‌تونن برای این تیپ تستی حرف برای گفتن داشته باشن پس تا می‌تونن از کتاب تست سوال حل کن و هرچاش مشکل داشتی ازمن بپرس

یادداشت:



## مثال ۱۸

سه بار الکتریکی مطابق شکل در سه راس یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع  $30\text{ cm}$  قرار دارند، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر  $q_3$  چند نیوتون است؟



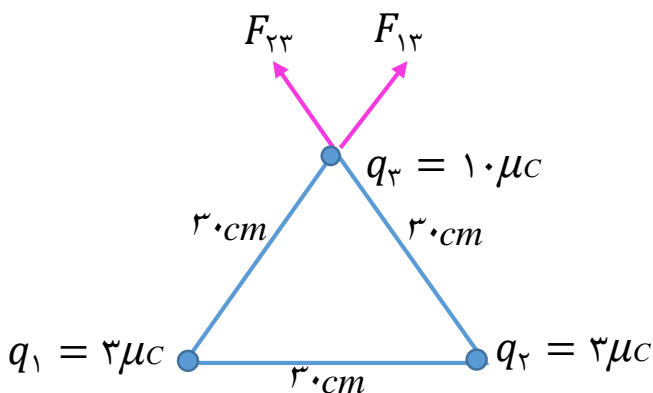
$$3 \quad (2) \quad 3\sqrt{3} \quad (1)$$

$$10 \quad (4) \quad 10\sqrt{3} \quad (3)$$

پاسخ: برآیند وارد بر  $q_3$  رو می‌خواهیم و می‌دونیم  $F_{13}$  و  $F_{23}$  با هم برابرند



چندتا نکته رو حواست باشه:



$$F_{13} = F_{23} = \frac{9.0 \times 3 \times 1.0}{(30)^2} = 3 \text{ (N)}$$

مثلث متساوی الاضلاع همه‌ی زوایاش  $60^\circ$  درجه ان پس بین  $F_{13}$  و  $F_{23}$  هم  $60^\circ$  درجه است پس می‌شه راحت برآیند  $F_{13}$  و  $F_{23}$  رو گرفت. اسمشو می‌ذاریم R

$$R = 2a \cos \frac{\theta}{2} = 2 \times 3 \cos \frac{60}{2} = 6 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 3\sqrt{3} \text{ (N)}$$

گزینه‌ی ۱

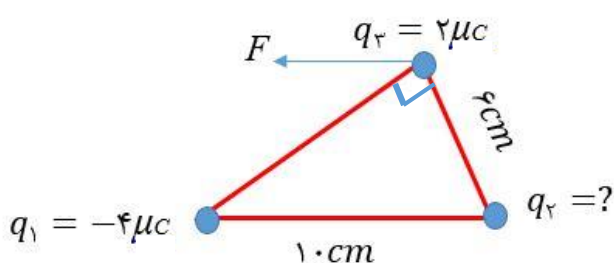
FIZAMIN  
فیزیک به سبک علیرضا امینی

مشق شب



مثال ۱۹

سه بار مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. برآیند نیروهایی که بارهای  $q_1$  و  $q_2$  بر بار  $q_3$  وارد می‌کنند (نیروی  $\vec{F}$ ) موازی با قاعده مثلث است، بار  $q_2$  چند میکروکولون است؟

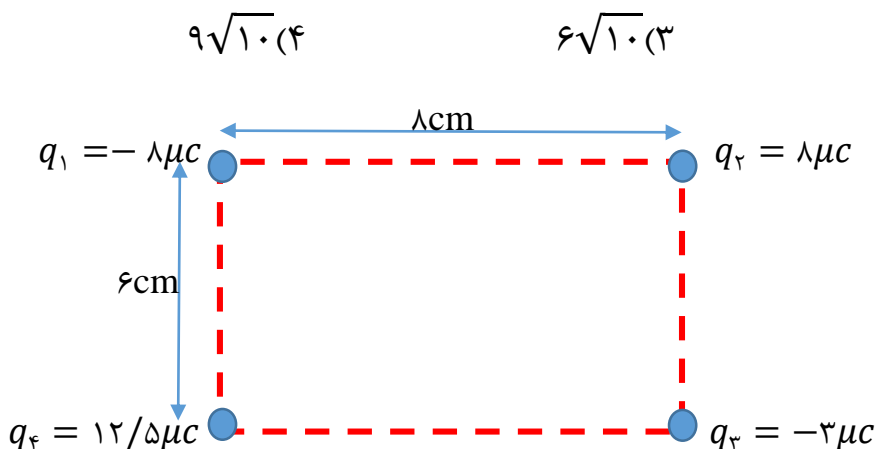


$$\begin{array}{cc} 4 & 3 \\ 2 & 1 \\ \frac{27}{16} & \frac{9}{4} \\ (4) & (3) \end{array}$$

پاسخ: گزینه‌ی ۴ دکت‌جان داخل پیچ این تستو حل کردم اگر نتونستی حل کنی پرو حلشو ببین اصلن تست های مشق شب حلشون داخل پیچ هست می‌دونستی؟!!!



مثال ۲۰ چهار بار الکتریکی در رأس‌های مستطیلی مطابق شکل قرار دارند. نیروی وارد بر  $q_2$  چند نیوتون است؟



پاسخ: گزینه‌ی ۳





## مثال ۲۱

بارهای الکتریکی  $q_1 = +q$  و  $q_2 = q_3 = +3q$  در رأس‌های یک مثلث متساوی الاضلاع قرار دارند و بار الکتریکی  $q_4 = -q$  در محل تلاقی میانه‌های این مثلث ثابت نگه داشته شده است. اگر نیرویی که از طرف  $q_1$  بر  $q_4$  وارد می‌شود  $0.5$  نیوتون باشد، برآیند نیروهای وارد بر  $q_4$  چند نیوتون است؟

$0.5\sqrt{3}(4)$

$1(3)$

$0.5(2)$

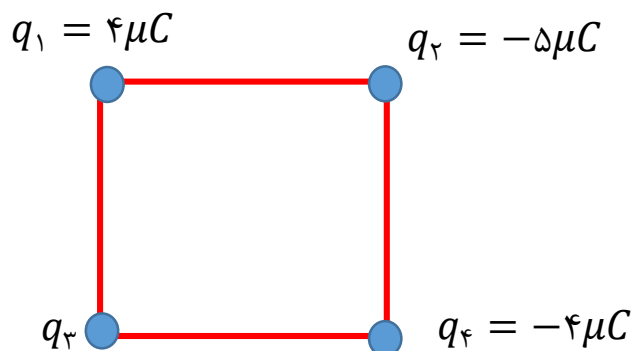
(۱) صفر

پاسخ: گزینه‌ی ۳



## مثال ۲۲

چهار ذره‌ی باردار مطابق شکل زیر در رأس‌های یک مربع به ضلع  $20$  سانتی متر قرار دارند، اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر  $q_2$  در SI بصورت  $\vec{F} = -9\vec{i}$  باشد،  $q_3$  چند  $\mu C$  است؟



$-4(2)$

$-8\sqrt{2}(1)$

$8\sqrt{2}(4)$

$4(3)$

پاسخ: گزینه‌ی ۴







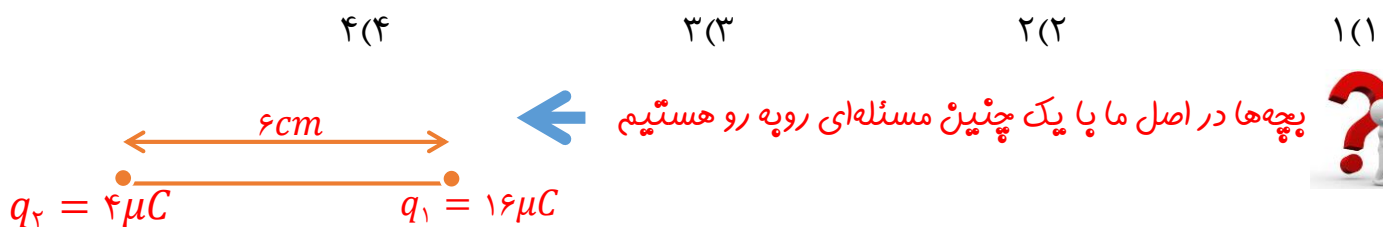
## چینش افقی بارها و آونگ

بچه‌ها گاهی توی تست‌ها چینش بارها دیگه روی مثلث و مربع و مستطیل و... نیست و بارها به صورت خطی چیده می‌شن و از ما سؤال می‌پرسن، گاهی هم جسم پاردار به طنابی بسته شده و به صورت یه آونگ می‌مونه و باید بررسی کنیم

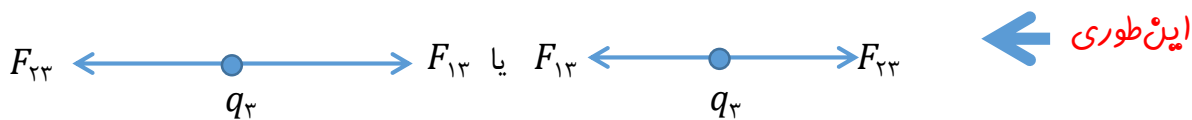
من این بحث رو با مثال بهتر یاد می‌دم خوب دقت کن

## مثال ۲۳

دو بار نقطه‌ای  $q_1 = 16\mu C$  و  $q_2 = 4\mu C$  در فاصله‌ی ۶ سانتی‌متری از هم قرار دارند. بار سوم  $q_3 = 7\mu C$  را در چه فاصله‌ای از بار کوچک‌تر قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود؟



اگر بخواهیم برآیند نیروهای وارد بر بار  $q_3$  صفر باشد باید نیروهایی که  $q_1$  و  $q_2$  بهش وارد می‌کنند همدیگه رو خنثی کنند یعنی  $F_{13}$  و  $F_{23}$  برابر باشن و جهتشون هم مخالف باشد.



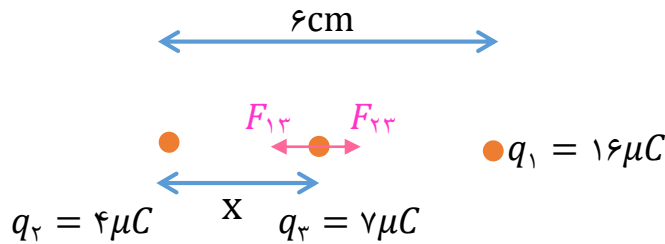
اگر با آزمون و خطا چک کنید می‌بینید که یه رازی داخل این تیپ تستی هست

• اگر دو بار اصلی مخالف علامت هم بودن ← بار سوم خارج از فاصله‌ی دو بار و طرف بار کوچک‌تر قرار می‌گیرد

• اگر دو بار اصلی موافق علامت هم بودن ← بار سوم بین دو بار و طرف بار کوچک‌تر قرار می‌گیرد



الان توی این تست چون دو بار اصلی هردو مثبتن پس موافق علامتن و این یعنی بار سوم بین دو بار و طرف بار کوچک تره، که طراح از ما فاصله ی بار سوم از بار کوچک تر رو میخواد که من اسمشو میذارم  $x$



پرا آیند نیروهای وارد بر  $q_3$  صفره یعنی  $F_{13} = F_{23}$

فاصله ی بار (۱) از بار (۳)  $(6-x)$

فاصله ی بار (۲) از بار (۳)  $x$

$$F_{13} = F_{23} \rightarrow \frac{kq_1q_3}{(6-x)^2} = \frac{kq_2q_3}{(x)^2} \rightarrow \frac{q_1}{(6-x)^2} = \frac{q_2}{(x)^2} \rightarrow \frac{16}{(6-x)^2} = \frac{4}{(x)^2}$$

از طرفین جذر می گیریم  $\rightarrow \frac{4}{6-x} = \frac{2}{x} \rightarrow 4x = 12 - 2x \rightarrow 6x = 12 \rightarrow x = 2 \text{ cm}$

جواب گزینه ی (۲)

شاغلام: استاد چرا تبدیل یکا نکردید؟

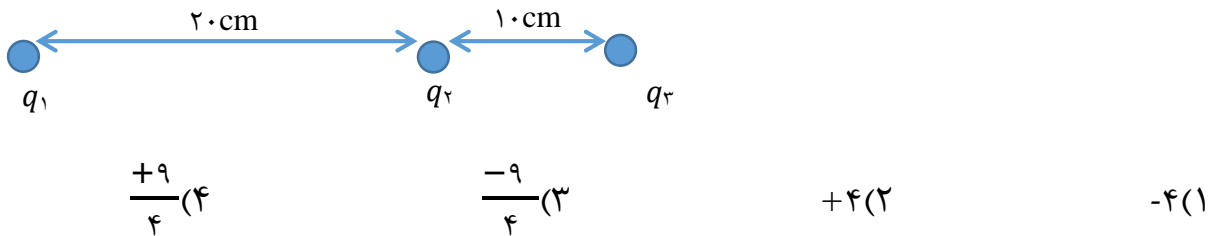






## مثال ۲۴

در شکل زیر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای نقطه‌ای برابر صفر است،  $\frac{q_3}{q_2}$  کدام است؟



اگر به فرمول تستی که گفتیم نگاه کنی می‌بینی که راحت می‌تونی توی مخرجش  $\frac{q_3}{q_2}$  بزاری و  $q_3$  رو بار اصلی بزرگه در نظر بگیری و  $q_2$  رو بار اصلی کوچیکه و با این کار در اصل  $q_1$  بار سوم هستش که خارج از فاصله‌ی بین دو بار اصلی یعنی  $q_2$  و  $q_3$  قرار گرفته پس  $q_2$  و  $q_3$  مختلف علامت هستن و این یعنی جواب این تست یه گزینه‌ی منفی میشه و گزینه‌ی (۲) و (۴) میرن پی کارشون

$$x = \frac{r}{\sqrt{\left|\frac{q_3}{q_2}\right|} - 1} \rightarrow 20 \Rightarrow \frac{10}{\sqrt{\left|\frac{q_3}{q_2}\right|} - 1} \rightarrow 20 \cdot \sqrt{\left|\frac{q_3}{q_2}\right|} - 20 = 10 \rightarrow$$

$$\sqrt{\left|\frac{q_3}{q_2}\right|} = \frac{3}{2} \rightarrow \left|\frac{q_3}{q_2}\right| = \frac{9}{4} \rightarrow \frac{q_3}{q_2} = -\frac{9}{4}$$

گزینه‌ی (۳)

FIZAMIN  
فزيك به سبک عليرضا اميني

## مثال ۲۵

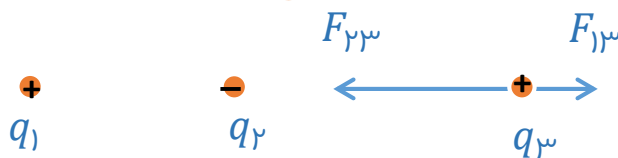
در شکل زیر سه بار نقطه‌ای قرار دارند برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار  $q_3$  هم اندازه‌ی نیروی الکتریکی است که بار  $q_1$  بر  $q_3$  وارد می‌کند  $q_3$  چند میکروکولن است؟



**پاسخ:** خود طراح داره به ما سرنخ می‌ده غلام.

می‌گه برآیند نیروهای وارد بر  $q_3$  یعنی  $|F_{13} + F_{23}|$  هم اندازه‌ی  $F_{13}$  هستش فقط در یک صورت می‌تونه این برقرار باشه و اونم اینه که  $F_{23}$  و  $F_{13}$  خلاف جهت هم باشن و  $q_2$  هم منفی باشه

$$|F_{13} + F_{23}| = F_{13} \rightarrow F_{23} = 2F_{13}$$



حالا عدد گذاری می‌کنیم

$$F_{23} = 2F_{13} \rightarrow \frac{kq_2q_3}{(L)^2} = 2 \times \frac{kq_1q_3}{(2L)^2} \rightarrow \frac{q_2}{(L)^2} = 2 \times \frac{q_1}{4L^2} \rightarrow q_2 = \frac{q_1}{2} = \frac{4\mu C}{2}$$

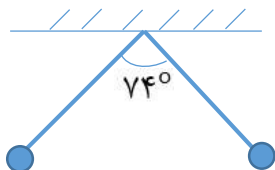
$$\rightarrow q_2 = -2\mu C$$

گزینه‌ی ۳



## مثال ۲۶

مطابق شکل زیر دو آونگ الکتریکی مشابه با بار الکتریکی  $q$  و جرم‌های برابر با  $۳۰$  گرم در حال تعادل قرار دارند، اگر طول آونگ‌ها  $۵$  سانتی‌متر باشد، اندازه‌ی بار  $q$  چند میکروکولن است؟



$$(g = ۱۰ \frac{N}{kg}, \sin ۳۷ = ۰.۶)$$

$$۱/۵ \quad (۱)$$

$$۰.۳ \quad (۲)$$

$$۱/۵ \quad (۳)$$

$$۳۰۰ \quad (۴)$$

پاسخ: اینجا باید دینامیک بلد باشی و رسم نیرو کنی (اگر فصل کار و انرژی رو بلدی کافیه)

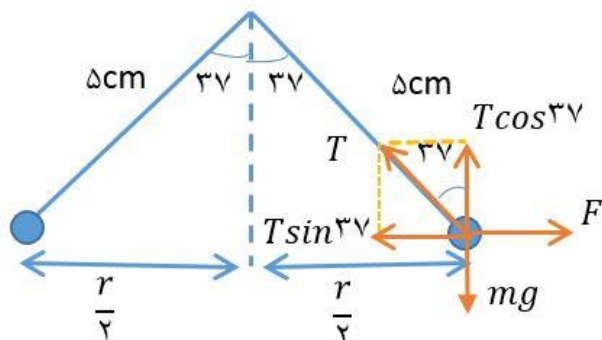
فقط بدون  $T$  نیروی کشش نعه

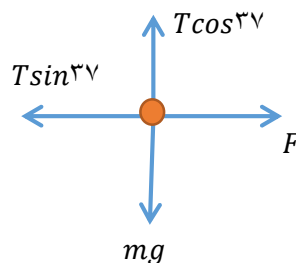
زاویه‌ی صورتی رنگ با زاویه‌ی قرمز رنگ پراپرن چون اضلاعشون باهم موازی‌اند

نیروی کشش نخ  $T$  رو تجزیه بردار کردیم

$F$  هم نیرویی هستش که پار چپی به راستی وارد می‌کند

حواست هم باشه این دو پار در حال تعادل‌اند





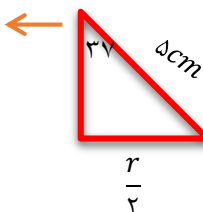
$$\left. \begin{array}{l} \text{تبادل افقی} \longrightarrow F = T \sin 37^\circ \\ \text{تبادل عمودی} \longrightarrow mg = T \cos 37^\circ \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{تقسیم دو رابطه}} \tan 37^\circ = \frac{F}{mg}$$

این رابطه همیشه برای تیپ‌های تستی آونگ صادق است  $\Leftrightarrow \tan \theta = \frac{F}{mg}$   $\Leftrightarrow$  نصف زاویه بین دوتا نخ

$$\tan 37^\circ = \frac{kq^2}{r^2 mg} \rightarrow \tan 37^\circ = \frac{kq^2}{mgr^2}$$

باید  $r$  رو بدست بیاریم پس:

$$\sin 37^\circ = \frac{r}{\delta} \rightarrow r = 9 \text{ cm} \rightarrow r^2 = 81 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$$



$$\tan 37^\circ = \frac{9 \times 10^{-9} \times q^2}{30 \times 10^{-3} \times 10 \times 81 \times 10^{-4}} \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{9 \times 10^{-9} \times q^2}{243 \times 10^{-5}} \rightarrow q^2 = \frac{12 \times 3}{4} \times 10^{-11}$$

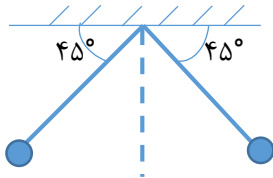
$$\rightarrow q = 3 \times 10^{-7} \text{ C} = 3 \mu\text{C}$$

گزینه ۲



## مثال ۲۷

در شکل مقابل بار الکتریکی هر گلوله  $5\mu\text{C}$  است، گلوله‌ها در حال تعادل اند و فاصله‌ی آنها از هم  $\frac{1}{3}$  متر است، اگر جرم نخ‌ها ناچیز و  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$  باشد، جرم هر گلوله چند گرم است؟



دیگه حرفه‌ای شدید بچه‌ها شروع کنید ۱۰۰ (۱)

زاویه‌ی بین دو نخ  $90^\circ$  درجه است ۲۵۰ (۲)

و نصفش می‌شه  $45^\circ$  ۱۰ (۳)

۲۵ (۴)

$$\tan 45 = \frac{F}{mg} \rightarrow 1 = \frac{F}{mg} \rightarrow \boxed{F=mg}$$

$$mg = \frac{kq_1q_2}{r^2} \rightarrow m \times 10 = \frac{9 \times 10^9 \times 25 \times 10^{-12}}{(\frac{1}{3})^2} \xrightarrow{\text{با محاسبات}} m = 0.25 \text{ kg}$$

$$m = 250 \text{ g}$$

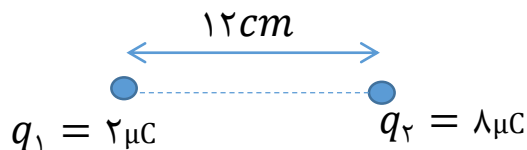
گزینه‌ی ۲

مشق شب



## مثال ۲۸

در شکل زیر بار  $q$  را چند سانتی‌متری از بار  $q_1$  قرار دهیم تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر شود؟



۲ (۴)

۴ (۳)

۶ (۲)

۸ (۱)

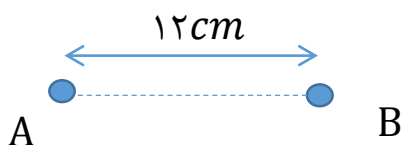
پاسخ: گزینه‌ی ۳



FIZAMIN  
فیزیک به سبک علیرضا امینی

## مثال ۲۹

در شکل زیر دو گلوله‌ی فلزی رسانا، کوچک و هم اندازه، بارهای الکتریکی  $q_A = -9\mu\text{C}$  و  $q_B = 1\mu\text{C}$  را دارند. اگر دو گلوله را به هم تماس دهیم سپس در همان فاصله‌ی  $12\text{ cm}$  از یکدیگر قرار دهیم، نقطه‌ای که برآیند نیروهای دو بار  $A$  و  $B$  بر بار  $q$  صفر می‌شود چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌گردد؟

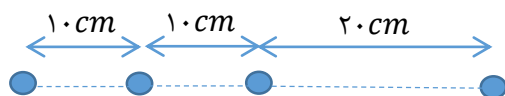


۱۲ (۴)    ۶ (۳)    ۴ (۲)    ۳ (۱)

پاسخ: گزینه‌ی ۴

## مثال ۳۰

در شکل زیر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار  $q_4$  صفر است. بار  $q_3$  چند میکروکولن است؟



$q_1 = 4\mu\text{C}$      $q_4$      $q_2 = 2\mu\text{C}$      $q_3 = ?$

۸ (۲)    ۱۸ (۱)

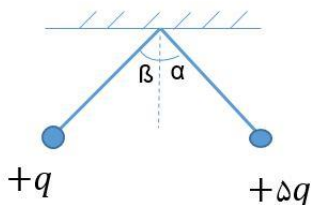
-۱۸ (۴)    -۸ (۳)

پاسخ: گزینه‌ی ۱



## مثال ۳)

در شکل زیر دو گلوله به جرم‌های مساوی به کمک نخ‌های عایق و مساوی، از یک نقطه آویزان شده‌اند اگر بار یکی از گلوله‌ها  $+q$  و بار دیگری  $+5q$  زاویه‌ی  $\alpha$  چند برابر زاویه‌ی  $\beta$  می‌باشد؟



$$\alpha = \beta \quad (2) \quad \alpha = 4\beta \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{1}{4}\beta \quad (4) \quad \beta = 4\alpha \quad (3)$$

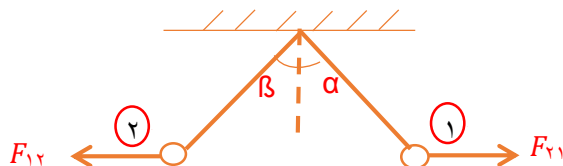
پاسخ: گزینه‌ی ۲



راهنمایی ← برای هر کدام از زوایا باید اون رابطه تستیه رو بنویسی

$$\tan \alpha = \frac{F_{11}}{m_1 g}$$

$$\tan \beta = \frac{F_{12}}{m_1 g}$$

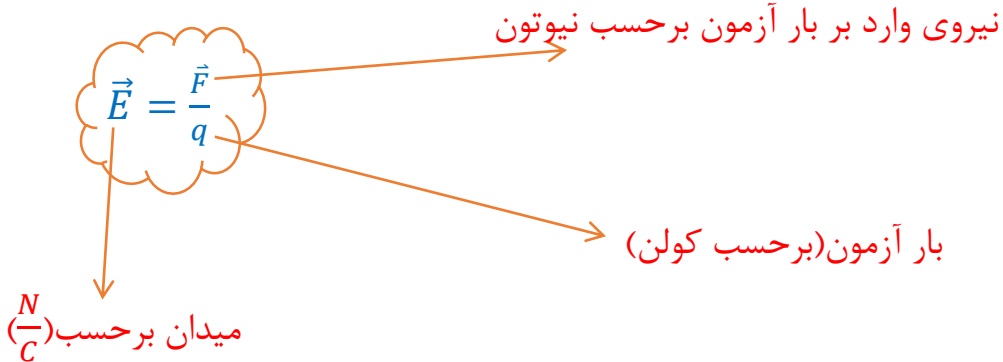


## میدان الکتریکی

بچه‌ها پارها به خاصیت جالبی دارن که اگر به پار دیگه ای پیاد داخل قلمرو اونا پهنش نیرو وارد می‌کنن یعنی در اصل پارها هم قلمرو دارن. فیزیکی میگه در فضای اطراف هر پار خاصیتی وجود دارد که اگر هر پار الکتریکی در آن فضا قرار گیرد به آن نیرو وارد می‌شود به این خاصیت میدان الکتریکی گفته می‌شود.



اون مقدار نیرویی که به یه پار آزمون (واحد پار مثبت) وارد می شه رو میگن شدت میدان و پار  $\vec{E}$  نشون می دن.



$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \rightarrow E = \frac{kqq}{r^2 \frac{q}{1}} \rightarrow \vec{E} = \frac{k|q|}{r^2}$$

پس ما دوتا رابطه برای میدان نوشتیم و مهم ترین نکته اینه که بدونی کجا از کدوم استفاده کنی.

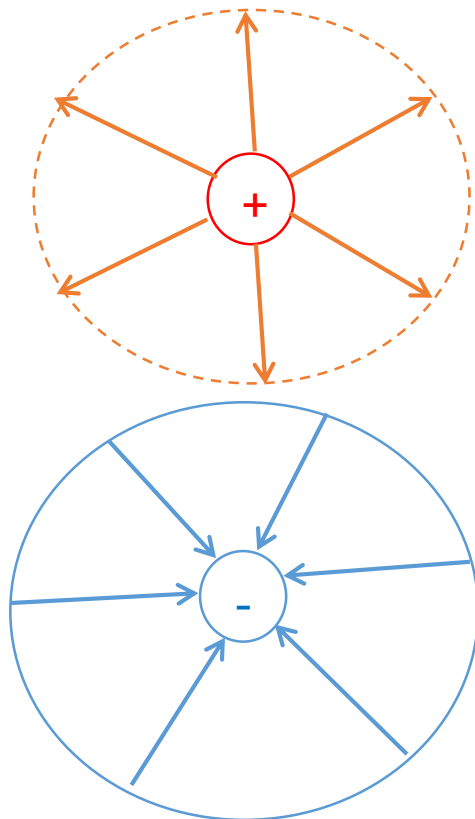
- از رابطه  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$  معمولاً وقتی استفاده می کنن که یک پاری رفته باشه داخل یک میدان الکتریکی و بخوایم بدونیم چقدر نیرو از طرف میدان بهش وارد می شه  $\vec{F} = \vec{E}q$  **ایکیوسان**

- از رابطه  $\vec{E} = \frac{k|q|}{r^2}$  معمولاً وقتی استفاده می شه که یک پار داشته باشیم و بخوایم بدونیم شدت میدان  $\vec{E}$  این پار در فاصله  $r$  از خودش چند  $(\frac{N}{C})$  است  $\Leftrightarrow$

$$\vec{E} = \frac{k|q|}{r^2}$$



نکته: برای تجسم میدان اطراف هر بار از خطوط میدان استفاده می‌کنیم بچه‌ها

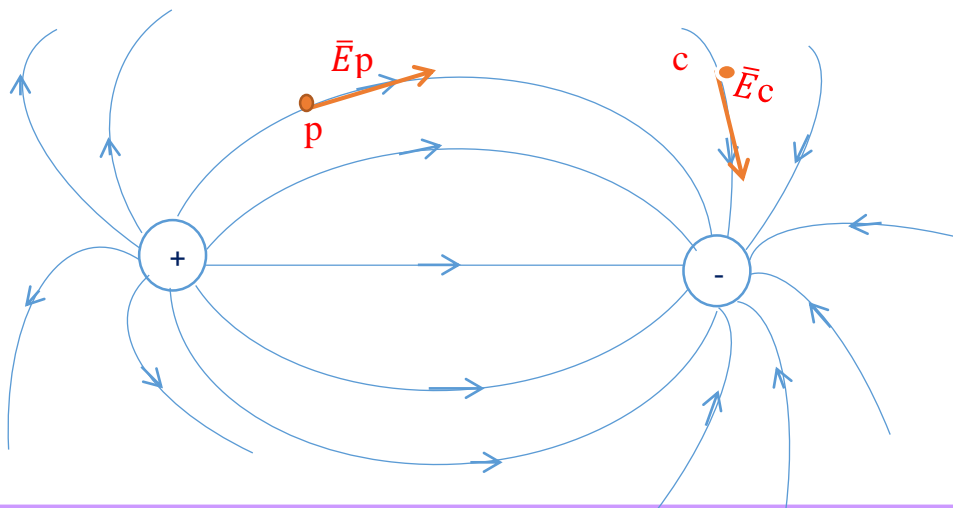


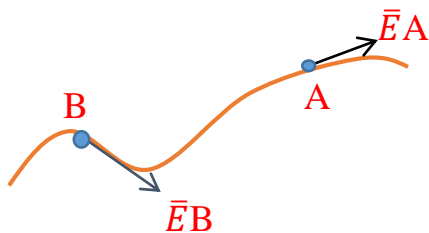
خطوط میدان در هر نقطه هم‌جهت با نیروی وارد بر بار آزمون مثبت واقع در آن نقطه است.

پس از این نکته می‌شه نتیجه گرفت که جهت خطوط میدان الکتریکی برای بار مثبت، رو به خارجه و جهت میدان الکتریکی برای بار منفی، رو به داخله

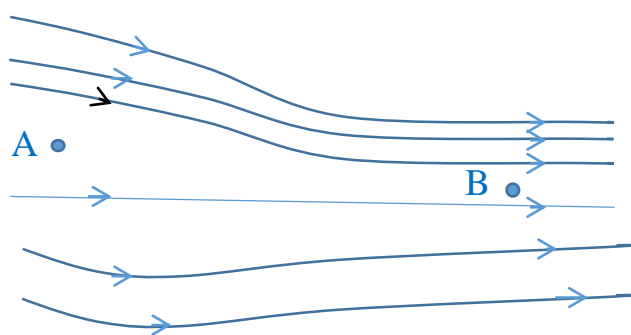
بچه‌ها خطوط میدان به سری و ویژگی خیلی جذاب و لاکچری دارن

۱. میدان در هر نقطه از فضا، برداری است مماس بر خط میدانی که از آن می‌گذرد و با آن خط میدان هم‌جهت است



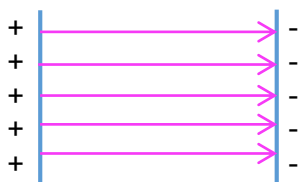


۲. هر جا خطوط میدان متراکم تر (شلوغ تر) بودن میدان اونجا قوی تر



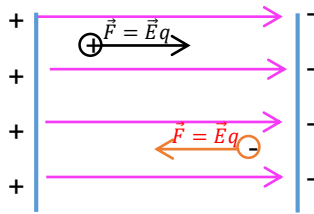
$$E_B > E_A$$

۳. بین دو صفحه‌ی رسانای موازی و ناهم‌نام میدان خیلی قشنگی به اسم میدان الکتریکی یکنواخت به وجود میاد که در هر نقطه داخل این میدان شدت میدان یکسانه، جهت میدان هر نقطه داخل میدان با نقاط دیگر فرقی نداره و خطوط میدان کاملاً موازی و هم‌جهتن و فاصله‌ی پینشون ثابت



FIZAMIN  
فیزیک به سبک علیرضا امینی

اگر بار مثبت رو بذارم داخل این میدان پهنش نیروی  $\vec{F} = \vec{E}q$  در جهت خطوط میدان (به طرف منفی‌ها) وارد می‌شه و اگر یه بار منفی رو بذاریم داخل این میدان پهنش نیروی  $\vec{F} = \vec{E}q$  در خلاف جهت میدان (به طرف مثبت‌ها) وارد می‌شه



نکته



نکته‌ی فوق مهم

بچه‌ها توی کل فیزیک یازدهم همه‌ی  $q$ ها داخل قدر مطلق هستن و علامتشون رو در نظر نمی‌گیریم بجز رابطه‌ی  $\Delta U = \frac{\Delta V}{q}$  که بعدا در موردش صحبت می‌کنیم پس حواست باشه همه‌ی  $q$ ها داخل قدر مطلقن 😊

❖ اگر بهمون سؤال دادن که دوتا بار داشتیم و گفت کجا میدان صفره، عین نیرو باهاش رفتار کن (مثال ۲۳)

اگر دو بار علامتشون مخالف هم بودن میدان خارج و طرف بار کوچک‌تر صفره  
اگر دو بار موافق علامت بودن میدان بین دو بار و طرف بار کوچک‌تر صفره

FIZAMIN  
فیزیک به سبب علیرضا امینی

## مثال ۳۲

میدان حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای  $-20\ \mu\text{C}$  در فاصله‌ی یک متری آن، چند نیوتون برکولن است؟

- (۱)  $2 \times 10^3$  (۲)  $10^2$  (۳)  $1/8 \times 10^4$  (۴)  $1/8 \times 10^5$

پاسخ: دوتا رابطه برای میدان داریم غلام



گفتیم اگر شدت میدان بار  $q$  در فاصله‌ی  $r$  از اون بار رو خواست پرو سراغ

$$\vec{E} = \frac{kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 20 \times 10^{-6}}{1} = 180 \times 10^3 = 1/8 \times 10^5 \left(\frac{N}{C}\right)$$

به همین راحتی...

## مثال ۳۳

میدان الکتریکی در فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متری از بار  $q$  برابر  $18 \frac{N}{C}$  است، چند سانتی‌متر دیگر از بار مذکور دور شویم تا میدان الکتریکی برابر  $8 \left(\frac{N}{C}\right)$  شود؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

پاسخ: از صورت تست مشخصه که باید این تست رو با تکنیک قبل و بعد حل کنیم،

(اندازه‌ی بار تغییر نکرده)

$$\vec{E} = \frac{kq}{r^2} \rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{8}{18} = \left(\frac{20}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{4}{9} = \left(\frac{20}{r_2}\right)^2$$

$$\frac{2}{3} = \frac{20}{r_2} \rightarrow r_2 = \frac{3 \times 20}{2} = 30 \text{ cm}$$

یعنی در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری میدان میشه  $8 \frac{N}{C}$  پس باید ۱۰ سانتی‌متر دیگر از بار دور شویم و گزینه‌ی ۱ جواب است.

FIZAMIN  
فیزیک به سبک علیرضا امینی

مثال ۳۴

بزرگی میدان در فاصله‌ی  $10\text{ cm}$  از یک بار نقطه‌ای برابر  $\vec{E}$  است چند سانتیمتر از این بار دور شویم تا بزرگی میدان الکتریکی ۳۶ درصد کاهش یابد؟

۱۲/۵ (۴)

۲/۵ (۳)

۱۲ (۲)

۲ (۱)

بزرگی میدان ۳۶ درصد کاهش یابد یعنی اینکه بزرگی میدان بشه ۶۴ درصد (اول بار هم که صد در صد بوده است)

$$\vec{E} = \frac{kq}{r^2} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{.64}{.100} = \left(\frac{10}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{64}{100} = \left(\frac{10}{r_2}\right)^2$$

از طرفین جذر

$$\frac{8}{10} = \frac{10}{r_2} \rightarrow r_2 = \frac{100}{8} \text{ cm} = 12.5 \text{ cm}$$

یعنی باید ۲/۵ سانتی متر دور بشیم و گزینه‌ی ۳ جوابه

مثال ۳۵

دو بار الکتریکی نقطه‌ای  $-Q_1$  و  $+Q_2$  در فاصله یک متری از هم قرار دارند. اگر در نقطه بین دو بار و به فاصله‌ی  $40\text{ cm}$  از بار  $-Q_1$  اندازه‌ی میدان الکتریکی هر یک از بارها برابر باشد نسبت اندازه‌ی دو بار الکتریکی  $\frac{Q_2}{Q_1}$  کدام است؟

۲/۵۰ (۴)

۲/۲۵ (۳)

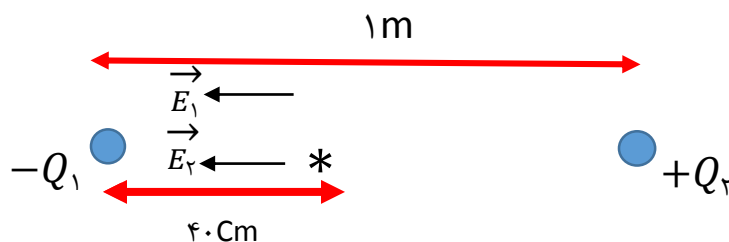
۱/۵۰ (۲)

۱/۲۵ (۱)

پاسخ: من خودم عادت دارم اگر تستی نیاز به شکل داشته باشه اول شکلشو



میکشتم



میدان‌ها برابره پس

$$E_1 = E_2 \rightarrow \frac{kQ_1}{r^2} = \frac{kQ_2}{r^2} \rightarrow \frac{Q_1}{40^2} = \frac{Q_2}{60^2} \rightarrow \frac{Q_1}{1600} = \frac{Q_2}{3600} \rightarrow$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{36}{16} = \frac{9}{4} \rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{2}{25}$$

پاسخ گزینه ۳



FIZAMIN  
فیزیک به سبک علیرضا امینی

مثال ۳۶

دو بار الکتریکی نقطه‌ای  $q_1 = -2\mu\text{C}$  و  $q_2 = +32\mu\text{C}$  در فاصله  $15\text{cm}$  از یکدیگر ثابت شده‌اند، در فاصله چند سانتی‌متری از بار  $q_2$  بزرگی برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار برابر با صفر می‌شود؟

۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

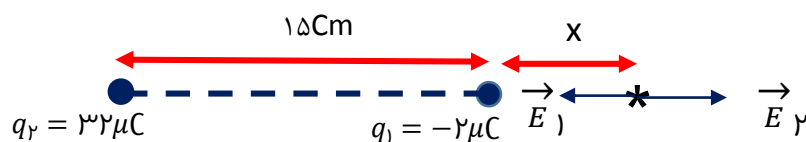
۲۵ (۲)

۵ (۱)

پاسخ: عین این سؤال رو برای نیروی وارد بر بار سوم داشتیم، حالا هم همونطوری عمل می‌کنیم.



چون دو بار مختلف‌العلامتن پس در خارج از دو بار و طرف بار کوچکتر میدان صفره یعنی میدان‌ها همدیگر رو خنثی می‌کنن و  $\vec{E}_2 = \vec{E}_1$



تکنیک تستی برای محل صفر شدن میدان

$$\frac{q_2}{q_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

میشه گفت

$$E_1 = E_2 \rightarrow \frac{k q_1}{r_1^2} = \frac{k q_2}{r_2^2}$$

$$\frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{r_2^2} \rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{32}{(15+x)^2} \rightarrow \frac{(15+x)^2}{x^2} = 16 \xrightarrow{\text{جذر از طرفین}} \frac{15+x}{x} = 4$$

$$\rightarrow 4x = 15 + x \rightarrow 3x = 15 \rightarrow x = 5\text{cm}$$

در فاصله ۵ سانتی متری از بار  $q_1$  میدان صفره ولی طراح فاصله از بار  $q_2$  رو میخواواد

یعنی  $5+15=20$ 

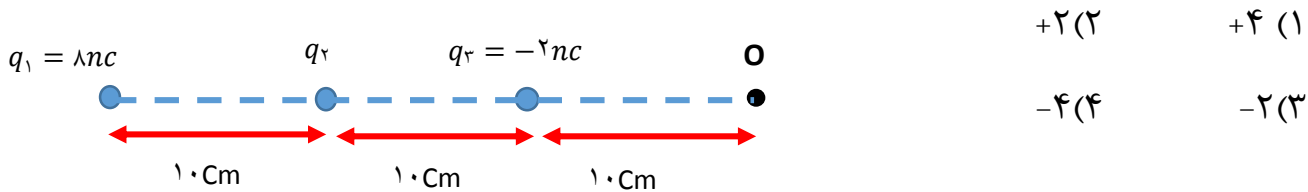
مراقب باش گول نخوریا 😊

پاسخ گزینه ۴

FIZAMIN  
فزيك به سبب عليرضا اميني

## مثال ۳۷

سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی برآیند حاصل از سه بار در نقطه‌ی O برابر  $100 \frac{N}{C}$  است. بار  $q_2$  چند نانو کولن می‌تواند باشد؟



پاسخ: خوب بچه‌ها برای پیدا کردن میدان برآیند در نقطه O اول از همه میدان  $q_1$  و  $q_3$  رو در نقطه‌ی O پیدا می‌کنیم که میدان  $q_1$  چون مثبت به سمت راست  $\rightarrow$  و میدان  $q_3$  چون منفی به سمت چپ  $\leftarrow$  هستش.

$$E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times q_1}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times \lambda \times 10^{-9}}{(30 \times 10^{-2})^2} = \frac{72}{900 \times 10^{-4}} = 800 \left( \frac{N}{C} \right) \rightarrow$$

$$E_3 = \frac{9 \times 10^9 \times q_3}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-9}}{(10 \times 10^{-2})^2} = \frac{18}{100 \times 10^{-4}} = 1800 \left( \frac{N}{C} \right) \leftarrow$$

پس بدون در نظر گرفتن بار  $q_2$  میدان برآیند در نقطه O می‌شه تفاضل  $E_3$  و  $E_1$  که خلاف جهت هم هستند یعنی  $1000 \frac{N}{C}$  به سمت چپ و اگر بخواهیم برآیند میدان در نقطه O، یعنی  $100 \frac{N}{C}$  به سمت راست باشد باید مقدار  $E_2$ ،  $1100 \frac{N}{C}$  به سمت راست باشه تا برآیند  $100 \frac{N}{C}$  بشود.

جهت منفی است

$$E_T = E_1 + E_3 + E_2$$

$$100 = 800 - 1800 + E_2 \rightarrow E_2 = 1100 \frac{N}{C}$$

$$E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times q_2}{(20 \times 10^{-2})^2} \rightarrow 1100 = \frac{9 \times 10^9 \times q_2}{4 \times 10^{-2}} \rightarrow q_2 = 4 \times 10^{-9} C$$

$$q_2 = 4nC$$

پاسخ گزینه ۱



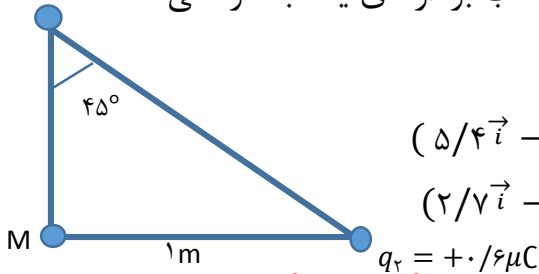
FIZAMIN

فیزیک به سبب علیرضا امینی

مثال ۳۸

کدام گزینه میدان برآیند را بر حسب  $\frac{N}{C}$  در نقطه M بر حسب بردارهای یکه به درستی  $q_1 = -0.6 \mu C$

نشان میدهد؟



$$(5/4 \vec{i} - 5/4 \vec{j}) \times 10^3 \quad (1) \quad (-5/4 \vec{i} + 5/4 \vec{j}) \times 10^3$$

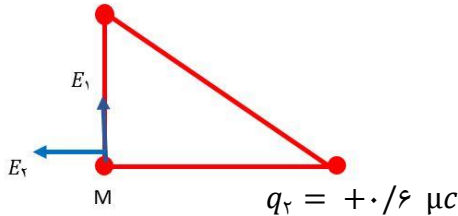
$$(2/7 \vec{i} - 2/7 \vec{j}) \times 10^3 \quad (4) \quad (-2/7 \vec{i} + 2/7 \vec{j}) \times 10^3 \quad (3)$$

پاسخ: اولاً اینو می‌دونیم که میدان پاره‌های منفی به سمت خودشونه و مثبت‌ها خلاف



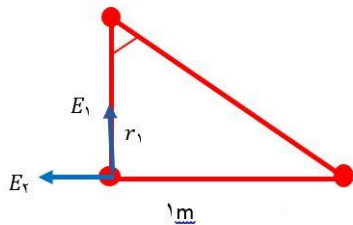
جهت خودشون

$$q_1 = -0.6 \mu C$$



پس میدان برآیند به مؤلفه‌ی  $i$  داره که به خاطر  $q_2$  هست و به مؤلفه‌ی  $j$  داره که به خاطر  $q_1$  هستش  
پس گزینه‌های ۲ و ۴ حذفن

حالا می‌ریم سراغ حساب کتاب و فاصله‌ی  $q_1$  تا نقطه M  
رو هم به دست می‌یاریم



$$\tan 45^\circ = \frac{1}{r_1} \rightarrow 1 = \frac{1}{r_1} \rightarrow r_1 = 1m$$

$$E_1 = \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 0.6 \times 10^{-6}}{1} = \frac{5}{4} \times 10^3 \frac{N}{C} \rightarrow E_1 = \frac{5}{4} \times 10^3 \vec{j}$$

همین الان مشخصه جواب گزینه (هستش ولی ادامه می‌دم)

$$E_2 = \frac{kq_2}{r_2^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 0.6 \times 10^{-6}}{1} = \frac{5}{4} \times 10^3 \frac{N}{C} \rightarrow E_2 = -\frac{5}{4} \times 10^3 \vec{i}$$

$$E_M = E_1 + E_2 = -\frac{5}{4} \times 10^3 \vec{i} + \frac{5}{4} \times 10^3 \vec{j}$$

جهت رو نشون می‌ده

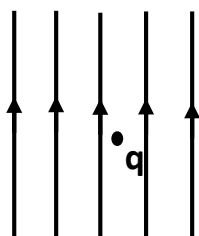
$$= (-5/4 \vec{i} + 5/4 \vec{j}) \times 10^3 \frac{N}{C}$$

پاسخ گزینه ۱



## مثال ۳۹

مطابق شکل زیر میدان الکتریکی یکنواخت  $E = 10^4 \frac{N}{C}$  به طرف بالا برقرار است. ذره‌ای به جرم  $1g$  را به اندازه‌ی  $-1\mu C$  باردار و آن را در این میدان الکتریکی رها می‌کنیم. اگر شتاب گرانش زمین  $g = 10 \frac{N}{kg}$  باشد، شتاب ذره چند  $\frac{m}{s^2}$  است؟



این تستو من خیلی دوست دارم

۵ (۲)

(۱) صفر

۲۰ (۴)

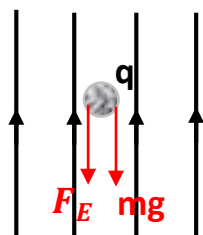
۱۰ (۳)

پاسخ: اولاً هر وقت ذره‌ای داخل میدان قرار بگیرد بهش نیروی  $\vec{F} = \vec{E}q$  وارد می‌شه

دوماً نیروی  $mg$  هم به این ذره وارد می‌شه

خواست باشه میدان همیشه از + به - هستش و ذره‌ی با پار منفی رو میدان

هل میده به سمت + ها پس



+ + + +

$$F_{\text{کل}} = mg + F_E = mg + Eq \xrightarrow{F_{\text{کل}} = ma} ma = mg + Eq$$

$$\overrightarrow{1g = 10^{-3}kg} \quad 10^{-3} \times a = (10^{-3} \times 10) + (10^4 \times 1) \times 10^{-6}$$

$$10^{-3}a = 10^{-2} + 10^{-2}$$

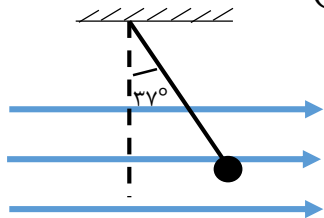
$$\rightarrow a = \frac{10^{-2} + 10^{-2}}{10^{-3}} = \frac{0/0 + 0/0}{10^{-3}} = 0/02 \times 10^3 = 20 \frac{m}{s^2}$$

پاسخ گزینه ۴



## مثال ۴۰

مطابق شکل زیر گلوله کوچک بارداری به جرم  $۱۲g$  توسط یک نخ سبک و خنثی از نقطه O آویزان شده و در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی  $\frac{N}{C} \times 10^4 \times 2$  در حالت تعادل قرار دارد. بار الکتریکی گلوله چند میکروکولن است؟ ( $\sin 37^\circ = 0.6$  و  $\cos 37^\circ = 0.8$ )



$$۸ \quad (۱) \quad ۴/۵ \quad (۲)$$

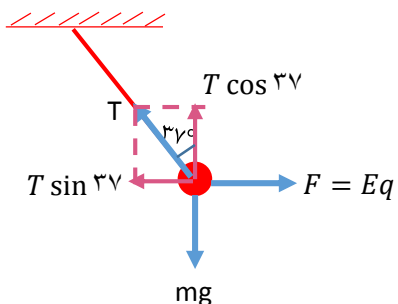
$$-۸ \quad (۳) \quad -۴/۵ \quad (۴)$$

پاسخ: بچه‌ها یاد تونه یه نکته گفتیم برای وقتی که دو تا بار رو به



دو تا اونگ آویزون می‌کردیم؛ که می‌شد  $\tan \theta = \frac{F}{mg}$

اینجا هم دقیقاً همون کارو می‌تونیم برای این بار که مسلماً مثبت انجام بدیم. می‌دونی چرا مثبت؟ چون میدان از + به - هستش و این بار + بوده که میدان داره هلش می‌ده سمت منفی‌ها



$$T \sin 37^\circ = Eq$$

$$T \cos 37^\circ = mg$$

طرفین را بر هم تقسیم کن

$$\tan \theta = \frac{Eq}{mg}$$

$$\text{پس} \rightarrow \tan 37^\circ = \frac{2 \times 10^4 q}{12 \times 10^{-3} \times 10} \rightarrow \frac{\sin 37^\circ}{\cos 37^\circ} = \frac{q \times 10^6}{6} \rightarrow \frac{0.6}{0.8} = \frac{q \times 10^6}{6}$$

$$\rightarrow q = \frac{3 \times 6}{4 \times 10^6} = 4.5 \times 10^{-6} = 4.5 \mu\text{C}$$

پاسخ گزینه ۲



## مشق شب



## مثال ۴۱

بزرگی میدان الکتریکی بار  $Q = 3q$  در فاصله  $d$  از آن برابر با  $E$  است. اگر بار  $-q$  به  $Q$  اضافه کنیم و  $2d$  به فاصله‌ی تا بار بیافزاییم، بزرگی میدان الکتریکی در نقطه جدید چند برابر  $E$  خواهد شد؟

$$\frac{2}{27} \quad (4)$$

$$\frac{2}{9} \quad (3)$$

$$\frac{4}{27} \quad (2)$$

$$\frac{4}{9} \quad (1)$$

✓ پاسخ: گزینه ۴

## مثال ۴۲

دو بار الکتریکی نقطه‌ای  $-Q_1$  و  $+Q_2$  در فاصله یک متری از هم قرار دارند اگر در نقطه‌ای بین دو بار و به فاصله  $40$  سانتی‌متری از بار  $-Q_1$  میدان الکتریکی حاصل از هر یک از دو بار برابر باشند، نسبت اندازه دو بار  $(\frac{Q_2}{Q_1})$  کدام است؟

$$2/50 \quad (4)$$

$$2/25 \quad (3)$$

$$1/50 \quad (2)$$

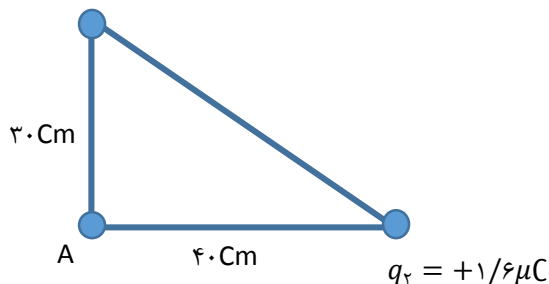
$$1/25 \quad (1)$$

✓ پاسخ: گزینه ۳

## مثال ۴۳

در شکل زیر میدان الکتریکی حاصل از بارهای  $q_1$  و  $q_2$  در نقطه  $A$  چند  $\frac{N}{C}$  است؟

$$q_1 = -0.9 \mu C$$



$$9 \times 10^4 \quad (2)$$

$$9 \times 10^9 \quad (1)$$

$$9\sqrt{2} \times 10^4 \quad (4)$$

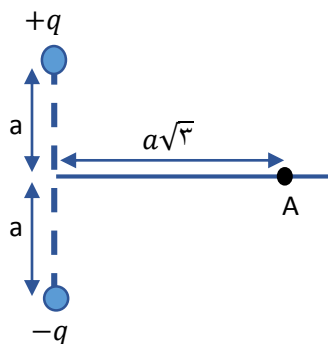
$$9\sqrt{2} \times 10^2 \quad (3)$$

✓ پاسخ: گزینه ۴



## مثال ۴۴

در شکل مقابل بزرگی شدت میدان الکتریکی خالص حاصل از دو بار  $q$  و  $-q$  در نقطه  $A$  برابر کدام است؟



$$\frac{k}{2} \frac{q}{a^2} \quad (2)$$

$$\frac{kq}{a^2} \quad (1)$$

$$\frac{k}{4} \frac{q}{a^2} \quad (3)$$

$$2k \frac{q}{a^2} \quad (3)$$

✓ پاسخ: گزینه ۴

## مثال ۴۵

ذره‌ای که اندازه بار الکتریکی آن  $4 \mu\text{C}$  است، در میدان الکتریکی یکنواختی به شدت  $5 \times 10^5 \frac{N}{C}$  که راستای آن قائم و به سوی پایین است معلق و در حال تعادل قرار دارد، اگر شتاب جاذبه در محل  $10 \frac{N}{kg}$  باشد، جرم ذره چند گرم است و علامت بار الکتریکی آن چیست؟

(۴) ۲۰ و منفی

(۳) ۲۰ و مثبت

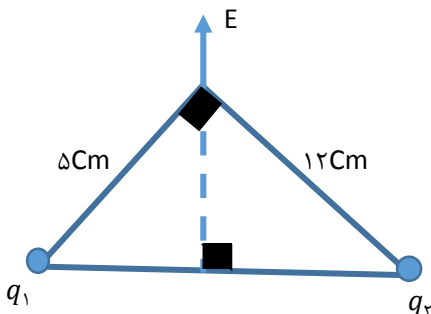
(۲) ۵ و مثبت

(۱) ۵ و منفی

✓ پاسخ: گزینه ۴

## مثال ۴۶

دو ذره‌ی باردار مطابق شکل زیر در دو رأس یک مثلث قرار دارند. میدان الکتریکی خالص این دو ذره در رأس دیگر مطابق شکل است. کدام است  $\frac{q_1}{q_2}$ ؟



$$\frac{5}{12} \quad (2)$$

$$\frac{25}{144} \quad (1)$$

$$\frac{144}{25} \quad (4)$$

$$\frac{12}{5} \quad (3)$$

✓ پاسخ: گزینه ۲



## انرژی پتانسیل الکتریکی

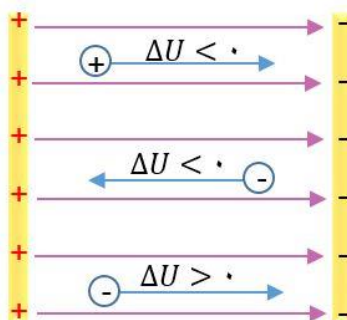
دکتر یادته توی فصل کار و انرژی فیزیک دهم مفصل در مورد انرژی پتانسیل صحبت کردیم و گفتیم انرژی پتانسیل در اصل یعنی آروم و قرار نداشتن مثلاً وقتی توپی رو به آسمون پرتاپ می‌کنیم و توپ به نقطه‌ی اوج خودش می‌رسه توپ آروم و قرار نداره تا به حالت اولیه‌ی خودش یعنی به زمین برسه پس به خاطر همین توپ در نقطه‌ی اوج خودش انرژی پتانسیل گرانشی داشت یا وقتی فنی رو فشرده می‌کردیم، فنر آروم و قرار نداشت تا به حالت اولیه خودش برگرده، و به خاطر همین می‌گفتیم فنر در اون حالت فشرده شده انرژی پتانسیل کشسانی داره.

یه نوع دیگه از انرژی پتانسیل وجود داره به نام **انرژی پتانسیل الکتریکی** که مربوط به بار الکتریکی در حضور میدان الکتریکیه و بازم مفهومی همون مفهوم آروم و قرار نداشتنه. مثلاً شما اگر یه بار + رو به داخل میدان ببری پیش یه بار + (اونم به زور) اون بار الکتریکی آروم و قرار نداره تا به حالت اولیه‌ی خودش برگرده و به همین خاطر انرژی پتانسیل افزایش پیدا می‌کنه یعنی  $\Delta U > 0$

ولی اگر بار + بره پیش بار منفی یا برعکس، چون بار آروم می‌گیره و جاش راحت انرژی پتانسیلش کاهش پیدا می‌کنه یعنی  $\Delta U < 0$

### ایول عجب ماجرای قشنگی داره انرژی پتانسیل

الان داخل میدان یکنواخت چند مدل رو مثال می‌زنم







اگر یادت باشه داخل فصل کار و انرژی گفتیم  $\Delta U$  و  $w$  علامت‌های مخالف هم دارند یعنی  $\Delta U = -w_{m.g}$  و باید پهنون بگم که اینجا هم برقراره یعنی:

$$\Delta U = -w_E$$

ولی اینجا دیگه  $w_E$  یعنی کار میدان الکتریکی رو داریم ( کاری که میدان انجام می‌ده تا بار رو جابه جا کنه) می‌دونیم که نیروی میدان برای جابه جایی بار  $F = Eq$  هستش. پس:

$$\Delta U = -w_E = -F_E d \cos \theta = -(Eq)d \cos \theta \rightarrow$$

$$\Delta U = -Eqd \cos \theta$$

دکتر جان همچنان  
همه‌ی قها داخل قدر مطلقن  
یعنی اصلاً کاری به علامت  
بار نداشته باش

زاویه‌ی بین جهت نیروی وارد از طرف میدان به بار ( $Eq$ ) و جابه جایی (d)

گاهی نیرویی که بار رو جابه جا می‌کنه نیروی میدان نیست.

نیروی میدان فقط می‌تونه + رو ببره پیش صفحه‌ی منفی و - رو ببره پیش صفحه‌ی مثبت برای این که مثلاً یه بار + بره پیش صفحه‌ی مثبت و  $\Delta U > 0$  بشه کار نیروی خارجی لازمه که من اسمشو می‌ذارم کار ما یعنی انگار خودمون اون بار + رو می‌گیریم و به زور می‌بریم پیش صفحه‌ی مثبت. حالا نکته اینجاست که کار ما همیشه علامتش مخالف کار میدانه یعنی نیرویی که ما به بار وارد می‌کنیم تا به زور جابه جاش کنیم.

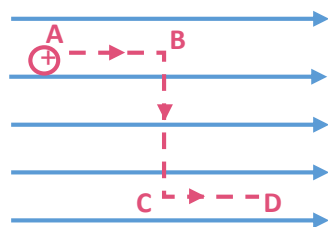
$$w_m = -w_E$$

$$\Delta U = -w_E \rightarrow \Delta U = w_m \rightarrow \Delta U = F_m d \cos \theta$$

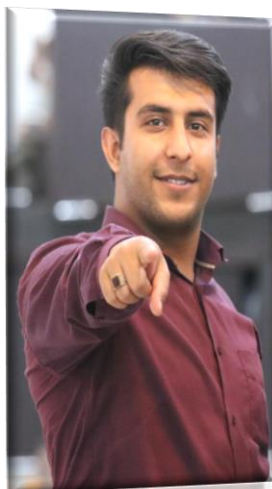
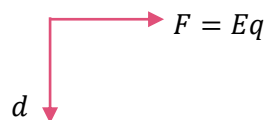
زاویه بین نیروی ما و جابه جایی



بچه‌ها یه نکته جالب این که، داخل میدان اگر یه پاری عمود بر خطوط میدان حرکت کنه کار میدان الکتریکی  $w_E$  و  $\Delta U$  صفره چون زاویه‌ی بین  $E$  و  $d$  نود درجه می‌شه. 😊



در مسیر BC انرژی پتانسیل الکتریکی صفره

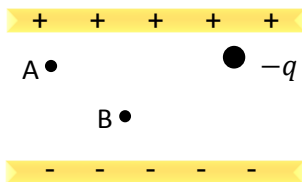


**نکته‌ی خیلی مهم:** بچه‌ها اگر ذره تحت تاثیر نیروی میدان جابه جا بشه حرکت شتابدار داره چون بار + با سر می‌ره پیش منفی‌ها و بار - با سر می‌ره پیش مثبت‌ها ولی گاهی طراح می‌گه که بار با **سرعت ثابت** داخل میدان حرکت می‌کنه. این یعنی بار تحت تاثیر نیروی میدان نیست و ما داریم بار رو برخلاف میلش جابه جا می‌کنیم و چون باید با زور هلش بدیم بنابراین سرعت ثابت پیدا می‌کنه و دیگه شتابدار نیست.



## مثال ۴۷

در شکل زیر اگر نیروی وارد بر بار نقطه‌ای  $-q$  و انرژی پتانسیل این بار در نقطه  $A$  را به ترتیب با  $F_A$  و  $U_A$  و همین کمیت‌ها را در نقطه‌ی  $B$  با  $F_B$  و  $U_B$  نشان دهیم، کدام رابطه صحیح است؟



$$U_A \leq U_B \text{ و } F_A > F_B \quad (۲) \quad U_A > U_B \text{ و } F_A = F_B \quad (۱)$$

$$U_A < U_B \text{ و } F_A = F_B \quad (۴) \quad U_A \geq U_B \text{ و } F_A < F_B \quad (۳)$$

پاسخ: دکتر جان یاده چیا گفتم دیگه!



بار منفی وقتی پاره پیش منفی‌ها انرژی پتانسیلش زیاد می‌شه و وقتی پاره پیش مثبت‌ها انرژی پتانسیلش کم می‌شه.

الان نقطه‌ی  $A$  به مثبت‌ها ( که بار منفی خیلی دوست داره پیششون باشه ) نزدیکتره پس انرژی پتانسیل کمتری نسبت به  $B$  داره یعنی

$$U_A < U_B$$

همین الان معلوم شد که گزینه ۴ درسته ولی من کامل جواب می‌دم

نیروی میدان که می‌شه  $F = Eq$  مثل خورشید می‌مونه و به همه یه جور می‌تابه یعنی نیروی  $F = Eq$  در همه جای میدان ثابت‌ه که گزینه ۴ رو برای ما روشن تر می‌کنه.



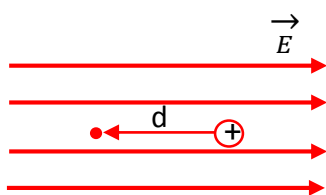
## مثال ۴۸

ذره‌ای با بار الکتریکی  $+q$  را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت  $\vec{E}$ ، در خلاف جهت میدان و به موازات خط‌های میدان به اندازه  $d$  جابه جا می‌کنیم در این صورت انرژی ..... بار  $q$  به اندازه  $Eqd$  ..... می‌یابد.

(۱) جنبشی - افزایش (۲) جنبشی - کاهش (۳) پتانسیل الکتریکی - افزایش (۴) پتانسیل الکتریکی - کاهش



پاسخ: بچه‌ها حواستون باشه که بار با سرعت ثابت حرکت می‌کنه یعنی اولاً ما داریم پهن ن نیرو وارد می‌کنیم و دوماً انرژی پتانسیل الکتریکی بار داره زیاد می‌شه یعنی  $\Delta U > 0$ . چون سرعت ثابت یعنی پس انرژی جنبشی هم ثابت و گزینه‌ی (۱) و (۲) می‌رن پی کارشون. اینجا درسته ما داریم بار رو جابه جا می‌کنیم و  $F = Eq$  پاش وسطه ولی طراح در مورد  $Eqd$  سؤال کرده پس ما هم  $Eqd$  رو بررسی می‌کنیم. (ما می‌دونیم گزینه ۳ می‌شه چون  $\Delta U$  زیاد می‌شه ولی من حل می‌کنم ببینی).

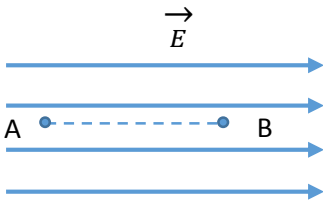


$$\Delta U_E = -Eqd \cos \theta$$
$$\Delta U_E$$



مثال ۴۹

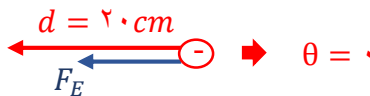
در شکل زیر در میدان الکتریکی یکنواخت  $\frac{N}{C} 10^5$ ، ذره‌ای با بار الکتریکی  $q = -5\mu C$  در نقطه-  
ی  $B$  بدون سرعت اولیه رها می‌شود. وقتی این ذره در مسیر مستقیم،  $20$  سانتی متر جابه جا شده  
و به نقطه  $A$  می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟

(۱)  $0.1$ (۲)  $0.5$ (۳)  $0.01$ (۴)  $0.05$ 

پاسخ: اول داده‌ها رو بنویسیم:  $d = 20\text{cm}$   $q = -5\mu C$   $V_B = 0\text{V}$   $E = 10^5 \frac{N}{C}$



باید حواسمون باشه ذره از  $B$  به  $A$  رفته نه از  $A$  به  $B$  و نیروی میدان دوست ذره منفی رو پیره  
سمت چپ (پیش مثبت‌ها)



$$\Delta U = -Eqd \cos(0) = -(10^5) \times 5 \times 10^{-6} \times 20 \times 10^{-2} \times 1 = \textcircled{-0.1\text{J}}$$

وقتی ذره از  $B$  به  $A$  حرکت می‌کنه طبق اصل پایستگی انرژی در اصل در طی مسیر درسته انرژی  
پتانسیل الکتریکی ذره داره کم می‌کنه ولی سرعت ذره زیاد می‌شه و انرژی پتانسیل الکتریکی  
ذره به انرژی جنبشی تبدیل می‌شه یعنی  $-\Delta U = \Delta k$  پس علامت  $\Delta U$  و  $\Delta k$  قرینه هم‌اند پس:

$$\Delta k = 0.1\text{J} \rightarrow k_A - k_B = 0.1 \xrightarrow{k_B = 0} \textcircled{k_A = 0.1\text{J}}$$

پاسخ گزینه ۱



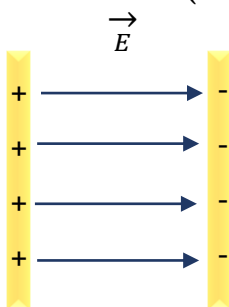
مشق شب



## مثال ۵۰

مطابق شکل زیر دو صفحه‌ی رسانا با بارهای هم‌اندازه و ناهم نام در فاصله‌ی  $5\text{cm}$  از یکدیگر قرار گرفته‌اند. و میدان الکتریکی یکنواخت  $E$  به بزرگی  $10 \frac{kN}{C}$  بین دو صفحه ایجاد شده است. اگر پروتونی را از کنار صفحه‌ی با بار مثبت رها کنیم. سرعت آن هنگامی که به صفحه‌ی با بار منفی می‌رسد چند  $\frac{m}{s}$  است؟

(بار پروتون،  $e_p = 1/6 \times 10^{-19}$  و جرم پروتون،  $m_p = 2 \times 10^{-27} \text{kg}$ )



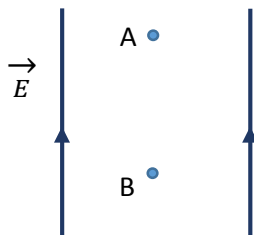
$$2\sqrt{2} \times 10^5 \quad (2) \qquad 2 \times 10^5 \quad (1)$$

$$4\sqrt{2} \times 10^5 \quad (4) \qquad 4 \times 10^5 \quad (3)$$

✓ پاسخ گزینه ۲

## مثال ۵۱

مطابق شکل زیر بار الکتریکی نقطه‌ای  $q < 0$  به جرم  $20\text{g}$  را در یک میدان الکتریکی یکنواخت قائم از نقطه‌ی  $A$  رها می‌کنیم و بار با سرعت  $3 \frac{m}{s}$  از نقطه‌ی  $B$  عبور می‌کند. اگر طی این جابجایی، کار نیروی وزن  $\frac{1}{5}$  کار نیروی الکتریکی باشد، کار نیروی الکتریکی چند میلی ژول است؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر شود)



$$112/5 \quad (2) \qquad 75 \quad (1)$$

$$60 \quad (4) \qquad 45 \quad (3)$$

✓ پاسخ گزینه ۱



## پتانسیل الکتریکی

بچه‌ها ما دو تا پارامتر قشنگ داریم یکی انرژی پتانسیل الکتریکی  $U$  و یکی پتانسیل الکتریکی  $V$  تفاوت اینها در اینست که  $U$  انرژی داره ولی  $V$  انرژی نداره (شوخی کردم 😊)  
در اصل ما اگر اختلاف انرژی پتانسیل الکتریکی یعنی  $\Delta U$  رو به  $q$  تقسیم کنیم به اختلاف پتانسیل الکتریکی  $\Delta V$  می‌رسیم که یکای اون ولته آره  $volt$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

ولت همون  $(\frac{J}{C})$  خودمونه

همه‌ی روابطی که تا الان خوندم پرتون گفتم کاری به علامت  $q$  نداشته باشید و  $q$  داخل قدرمطلقه. ولی این رابطه فرق داره اینجا دیگه علامت  $q$  خیلی مهمه اگر بار منفی بود حتماً داخل معرجه علامت منفی رو می‌ذاریم.

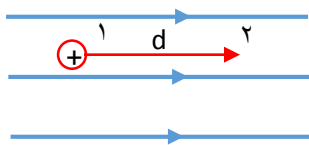


در میدان الکتریکی یکنواخت **بار چه مثبت باشد چه منفی** اگر بار به سمت صفحه‌ی + بره پتانسیل الکتریکی بار افزایش پیدا می‌کنه و اگر به سمت صفحه‌ی - بره پتانسیل الکتریکی بار کاهش پیدا می‌کنه. مراقب باش انرژی پتانسیل الکتریکی رو با پتانسیل الکتریکی اشتباه نگیری.

اگر بار عمود بر خطوط میدان حرکت کرد پتانسیل الکتریکی هیچ تغییری نمی‌کنه ←  $\Delta V = 0$

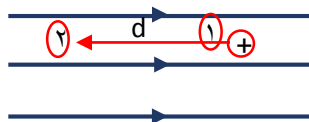
چند تا مثال پارامتری برات می‌زنم که مطلب برات جا بیفته

$$\Delta U = -Eqd \cos \theta \quad \begin{array}{c} \xrightarrow{d} \\ \text{O} \\ \xrightarrow{F_E} \\ \theta = 0 \end{array} \quad \Delta U = -Eqd$$



$$\Delta U = q\Delta V \rightarrow q\Delta V = -Eqd \rightarrow \Delta V = -Ed$$

حرکت بار مثبت در جهت میدان



$$\Delta U = -Eqd \cos \theta \quad \begin{array}{c} \leftarrow d \quad \oplus \quad \rightarrow F_E \\ \theta = 180^\circ \end{array} \quad \Delta U = Eqd$$

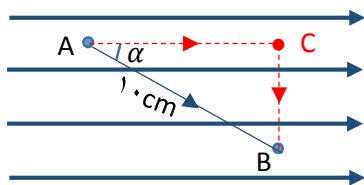
$$\Delta U = q\Delta V$$

$$q\Delta V = Eqd \rightarrow \Delta V = Ed$$

حرکت بار مثبت خلاف جهت میدان

### حرکت مایل در میدان

اگر یه ذره مثلاً منفی داخل میدان بصورت مایل حرکت کنه سعی می کنیم حرکتش رو از مسیرهای دیگه در نظر بگیریم چون  $\Delta V$  به مسیر حرکت بستگی نداره.



چون با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان پتانسیل الکتریکی تغییر نمی کنه پس  $V_B = V_C$  و می تونیم به جای محاسبه  $\Delta V_{AB}$  خودمونو راحت کنیم و  $\Delta V_{AC}$  رو محاسبه کنیم یعنی

$$\Delta V_{AB} = \Delta V_{AC} + \Delta V_{CB} \xrightarrow{\Delta V_{CB} = 0} \Delta V_{AB} = \Delta V_{AC}$$

$$\Delta V_{AC} = Ed = E(AC) \xrightarrow{AC = (1.0 \times 10^{-2}) \cos \alpha} \Delta V_{AC} = 0.1 \cos \alpha$$

$$\Delta V_{AB} = 0.1 \cos \alpha$$





FIZAMIN

فیزیک به سبک علیرضا امینی

مثال ۵۲

درون یک میدان الکتریکی یکنواخت بار الکتریکی  $q = +2\mu\text{C}$  از نقطه A تا نقطه B جابه جا می شود. اگر کار نیروی الکتریکی در این انتقال برابر  $5 \times 10^{-5} \text{ J}$  باشد، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار  $q$  چند ژول است و  $V_B - V_A$  برابر با چند ولت است؟

$$(1) \quad -25 \text{ و } -5 \times 10^{-5} \quad (2) \quad -5 \times 10^{-5} \text{ و } -25$$

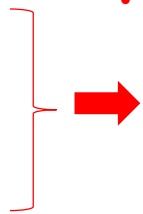
$$(3) \quad -25 \text{ و } +5 \times 10^{-5} \quad (4) \quad +5 \times 10^{-5} \text{ و } +25$$

پاسخ: اول اطلاعات مسئله رو می نویسم تا بفهمم باید چیکار کنم



$$q = +2\mu\text{C}$$

$$W_E = 5 \times 10^{-5} \text{ J}$$

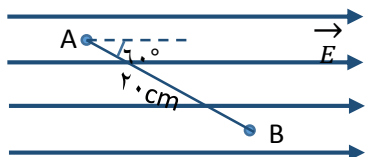


$$\Delta U = -W_E = -5 \times 10^{-5} \text{ J}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-5 \times 10^{-5}}{+2 \times 10^{-6}} = -25 \text{ V}$$

پاسخ گزینه ۱

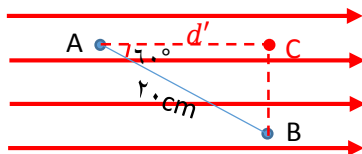
مثال ۵۳ مطابق شکل زیر میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی  $10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$  مفروض است. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه A و B یعنی  $V_A - V_B$  در فاصله  $20 \text{ cm}$  از هم چند ولت است؟



$$(1) \quad +100 \quad (2) \quad +100\sqrt{3}$$

$$(3) \quad -100 \quad (4) \quad -100\sqrt{3}$$

پاسخ: دقیقاً عین همین تست رو داخل حرکت مایل در میدان توضیح دادم



$$\Delta V_{AB} = \Delta V_{AC} + \Delta V_{CB}$$

$$\Delta V_{AC} = Ed' = EAB \cos 60 = \frac{1}{2} E \times AB$$

$$\rightarrow \Delta V_{AB} = \frac{1}{2} E \times AB = \frac{1}{2} \times 10^3 \times 20 \times 10^{-2} = 100 \text{ V}$$

چون  $V_A$  از  $V_B$  بزرگتره (به صفحه‌ی + نزدیکتره) پس:  $V_A - V_B = 100 \text{ (V)}$



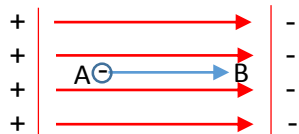


## مثال ۵۴

در یک میدان الکتریکی بار  $q = -2\mu\text{C}$  از A تا B جابه جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقاط A و B به ترتیب  $0.4\text{mg}$  و  $0.6\text{mg}$  باشد و پتانسیل نقطه‌ی A برابر  $20\text{V}$  باشد، پتانسیل نقطه‌ی B چند ولت است؟

۱۲۰ (۴)                      -۱۲۰ (۳)                      -۸۰ (۲)                      ۸۰ (۱)

پاسخ: دکتر جان اگر به صورت تست دقت کنی می‌فهمی که انرژی پتانسیل B از A بیشتر بوده و پارمون هم منفی بوده پس پار منفی رفته سمت صفحه‌ی منفی پس باید  $\Delta U > 0$  و  $\Delta V < 0$  باشه.



$$\begin{aligned}
 U_A &= 0.4 \times 10^{-3} \text{ J} \\
 U_B &= 0.6 \times 10^{-3} \text{ J}
 \end{aligned}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \rightarrow \Delta U = U_B - U_A = (0.6 \times 10^{-3}) - (0.4 \times 10^{-3}) = 0.2 \times 10^{-3} \text{ J} \\
 &= 2 \times 10^{-4} \text{ J} \\
 \Delta V &= \frac{\Delta U}{q} = \frac{2 \times 10^{-4}}{-2 \times 10^{-6}} = -100 \text{ (V)} \\
 V_B - V_A &= 100 \rightarrow V_B - 20 = -100 \rightarrow V_B = -80 \text{ (V)}
 \end{aligned}$$

## پاسخ گزینه ۲

مشق شب



## مثال ۵۵

در یک میدان الکتریکی بار  $q = -4\mu\text{C}$  از نقطه‌ی A با پتانسیل  $10\text{V}$  به نقطه‌ی B می‌رود و در این جابجایی انرژی پتانسیل الکتریکی آن به اندازه‌ی  $8\mu\text{J}$  کاهش می‌یابد. پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B چند ولت است و کار میدان الکتریکی در این جابجایی چگونه است؟

(۱)  $12\text{V}$  - و کار میدان منفی است                      (۲)  $12\text{V}$  و کار میدان مثبت است  
(۳)  $8\text{V}$  - و کار میدان مثبت است                      (۴)  $8\text{V}$  - و کار میدان منفی است

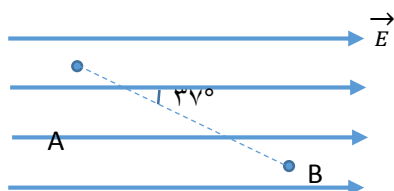
✓ پاسخ: گزینه ۳



## مثال ۵۶

مطابق شکل دو نقطه‌ی A و B در یک میدان الکتریکی یکنواخت مشخص شده‌اند. اندازه‌ی اختلاف پتانسیل الکتریکی این دو نقطه چند ولت است؟

$$(AB = 1\text{ m و } \vec{E} = 10^3 \frac{N}{C} \text{ و } \sin 37^\circ = 0.6 \text{ و } \cos 37^\circ = 0.8)$$



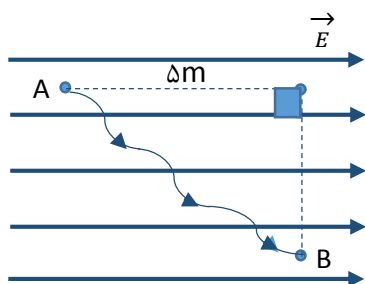
$$900 \quad (2) \qquad 1000 \quad (1)$$

$$600 \quad (4) \qquad 800 \quad (3)$$

✓ پاسخ: گزینه ۳

## مثال ۵۷

در شکل زیر در میدان الکتریکی یکنواخت  $E = 10^2 \frac{N}{C}$  در مسیر نشان داده شده از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌شویم.  $V_B - V_A$  چند ولت است؟



$$-50 \quad (2) \qquad -5 \quad (1)$$

$$-500 \quad (3) \qquad (4) \text{ باید جابه‌جایی از A تا B معلوم باشد.}$$

✓ پاسخ: گزینه ۳



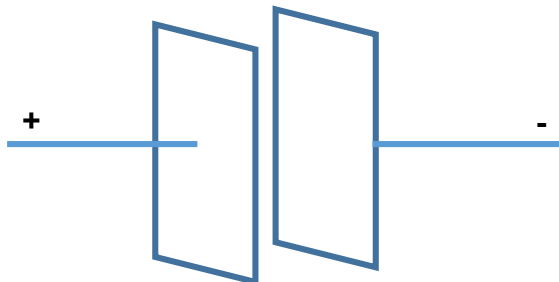
## خازن و انرژی خازن

خازن به وسیله الکتروسیته که بار و انرژی الکتروسیته را می‌تواند در خود ذخیره کند.

اشتباه نکن، خازن و باتری با هم فرق دارند، درسته جفتشون بار و انرژی ذخیره می‌کنن ولی تخلیه‌ی بار خازن و باتری فرق داره خازن به صورت آنی تخلیه می‌شه ولی باتری آهسته مثلاً فلاش دوربین عکاسی یک خازن هستش که به صورت آنی تخلیه می‌شه.

یه خازن از دو بخش رسانا و یک محیط عایق که میان دو رساناست تشکیل می‌شه.

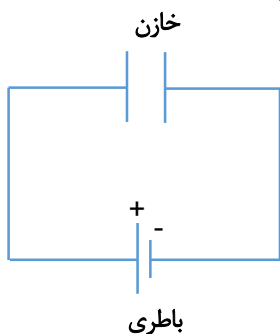
ساده‌ترین خازن، خازن تخت هستش که از دو صفحه‌ی فلزی رسانای تخت و موازی با هم تشکیل می‌شه که عایقی مثل هوا یا چوب‌پنبه یا شیشه بین دو صفحه قرار می‌گیره و خازن به وسیله‌ی باتری پر یا شارژ می‌شه.



در مدارها نماد خازن این شکلیه



وقتی یک خازن رو به باتری وصل می‌کنیم تا شارژ بشه اتفاق‌های جالبی میفته بچه‌ها

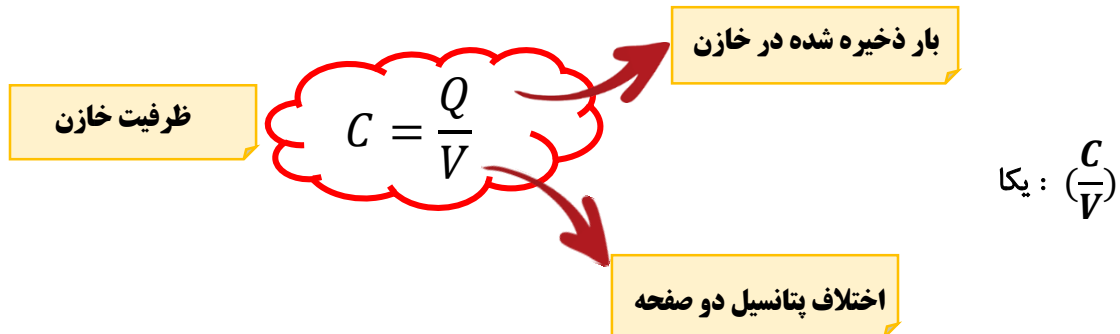


الکترون‌ها شروع به حرکت داخل سیم‌ها می‌کنن و صفحه‌ای که به قطب منفی باتری وصل بوده بار کلش منفی می‌شه و دقیقاً به تعداد همین الکترون‌ها، از صفحه‌ی روبه‌روی شروع به حرکت به طرف قطب مثبت باتری می‌کنن و این اتفاق،

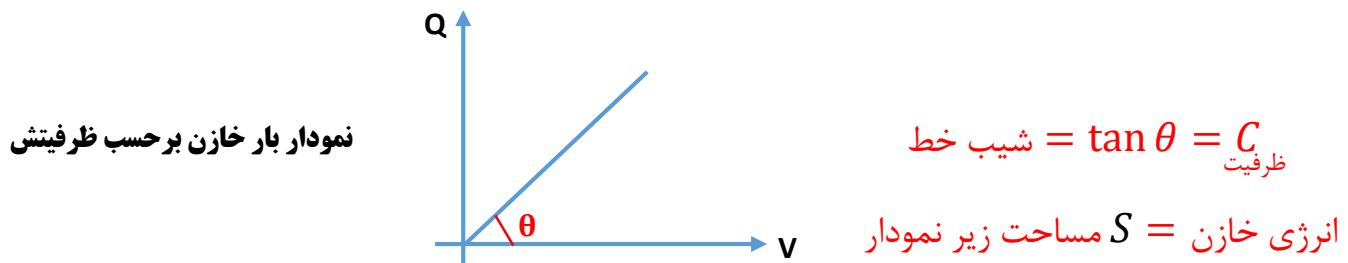
یعنی حرکت الکترون‌ها از قطب منفی باتری به صفحه‌ی منفی و فرار الکترون‌ها از صفحه‌ی مقابل به پایانه‌ی مثبت باتری اونقدر ادامه پیدا می‌کنه تا اختلاف پتانسیل باتری با اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی خازن برابر بشه و دیگه در این حالت خازن شارژ شده و بزرگی بار



صفحات با هم دیگه برابره و میدان الکتریکی یکنواختی بین صفحه‌های خازن برقرار می‌شه. با زیاد کردن اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن، بار خازن هم به همون نسبت زیاد می‌شه بنابراین نسبت  $\frac{Q}{\Delta V}$  همواره مقدار ثابتی است که به اون ظرفیت خازن می‌گن و با  $C$  نشونش میدن.



یکای SI ظرفیت خازن  $\frac{C}{V}$  است ولی به خاطر مایکل فاراده یکای ظرفیت، F (فاراد) هم هست ولی چون فاراد یکای بزرگیه معمولاً از  $\mu F$  استفاده می‌کنن.



بچه‌ها رابطه‌ی  $C = \frac{q}{V}$  (سینی کیوی) قبل و بعد عمل نداره یعنی نمی‌تونیم بگیریم  $\frac{C_2}{C_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \frac{V_1}{V_2}$  مگر این که یکی از پارامترهای اون یعنی یا  $q$  یا  $V$  ثابت بمونه

$V$  ثابت می‌ماند  $\rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{q_2}{q_1}$  → اگر خازن پر شده‌ای به مولد وصل باشد (مولد = باتری)

$q$  ثابت می‌ماند  $\rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{V_1}{V_2}$  → اگر خازن پر شده‌ای از مولد جدا باشد



دانشمندا يه رابطه‌اي پراي خازن كشف كردن كه ديگه بدون شرط و شروط قبل و بعد عمل داره و په اجزاي خازن پستگي داره

ضريب دي الكتريك ← پراي هوا  $k = 1$  و هر چي بجز هوا  $k > 1$

$$C = k\varepsilon \frac{A}{d}$$

ظرفيت خازن

مساحت صفحات خازن كه

بين آنها عايق باشد

ضريب گذر دهی خلا ←  $(\varepsilon = 8/85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2})$

فاصله بين صفحات خازن

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2}$$

همیشه برقرار



**نکته:** وقتی بين دو صفحه‌ی خازنی كه فاصلشون  $d$  است يك صفحه‌ی فلزی به ضخامت  $d'$  قرار بدیم ظرفيت خازن زياد می‌شه و داریم:

$$C = k\varepsilon \frac{A}{(d - d')}$$

بچه‌ها هر دي الكتريكي تا يه جايی می‌تونه افزايش ميدان رو تحمل كنه اگر ميدان بين صفحات خازن از يه مقداری بيشتتر بشه و دي الكتريك نتيجه تحمل كنه دي الكتريك خاصيت عايقی خودشو از دست می‌ده و به طور موقت رسانا می‌شه و خازن می‌ترکه كه به اين پديده می‌گن فروريزش خازن.



انرژی خازن از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$U = \frac{1}{2} QV$$

اگر از رابطه‌ی  $Q = CV$  هم استفاده کنیم و یه بار به جای  $Q$  بذارم  $CV$  و یه بار به جای  $V$  بذارم  $\frac{Q}{C}$  دو تا رابطه‌ی دیگه هم بدست می‌آیم

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

بکای همشون ژوله!

مثال ۵۸

خازن تختی را به مولدی متصل می‌کنیم تا پر شود، سپس آنرا از مولد جدا و فاصله‌ی بین صفحات آن را نصف می‌کنیم. در این صورت بارالکتریکی و ولتاژ دو سر خازن به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۱ و ۲ (۴)

$\frac{1}{2}$  و ۱ (۳)

۲ و ۱ (۲)

۲ و ۲ (۱)

پاسخ: اولاً وقتی خازن پر شده‌ای از مولد جدا باشه  $Q$  ثابت می‌مونه و می‌تونیم بگیم



$$V = \frac{Q}{C} \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2} *$$

$$\text{فاصله‌ی صفحات نصف بشه} \rightarrow c = k\varepsilon \frac{A}{d} \xrightarrow{\frac{d_2}{d_1} = \frac{1}{2}} \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{1}{2}$$

$$\xrightarrow{\text{با توجه به *}} \frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2} \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2}$$

پس جواب گزینه‌ی ۳ می‌شه



## مثال ۵۹

دو صفحه‌ی فلزی مربعی شکل خازن تختی، به ضلع  $16\text{cm}$  به موازات هم در فاصله‌ی  $2\text{mm}$  از یکدیگر قرار دارند. فضای بین دو صفحه از پارافین با ضریب دی‌الکتریک  $2/5$  پر شده است.

ظرفیت خازن حاصل تقریباً چند میکروفاراد است؟  $(\epsilon = 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2})$

- (۱)  $2/88$  (۲)  $2/88 \times 10^{-4}$  (۳)  $5/76$  (۴)  $5/76 \times 10^{-4}$

پاسخ: داده رو می‌نویسیم و جایگذاری می‌کنیم



$$A = 16 \times 16 \times 10^{-4}$$

$$d = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$k = 2/5$$

$$C = \frac{k\epsilon A}{d} = \frac{9 \times 10^{-12} \times 2/5 \times 16 \times 16 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-3}}$$

$$= 2/88 \times 10^{-4} \mu F$$

پاسخ گزینه ۲

## مثال ۶۰

ظرفیت خازن تختی که عایق بین صفحات آن هواست برابر  $C$  است. فاصله‌ی صفحات آن را به اندازه‌ی  $25\%$  در صد فاصله‌ی اولیه کاهش می‌دهیم و بین آن‌ها را با دی‌الکتریک با ثابت  $k$  به‌طور کامل پر می‌کنیم. اگر ظرفیت خازن جدید  $4C$  گردد،  $k$  کدام است؟

(۴) ۴

(۳) ۳

(۲)  $\frac{16}{3}$

(۱) ۱

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{75}{100}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{4C}{C} = 4$$

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{k}{1} = k$$

فاصله صفحات رو  $25\%$  درصد کم  
کنیم میشه  $75\%$  درصد

پس

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \rightarrow 4 = k \times 1 \times \frac{100}{75} \rightarrow k = \frac{4 \times 75}{100} = 3$$

ضریب دی‌الکتریک هوا = ۱

پاسخ گزینه ۳





مثال ۶۱

خازن مسطحی که بین صفحات آن هواست به یک مولد وصل است. اگر در همین حالت فاصله‌ی صفحات آن را چهار برابر کنیم انرژی خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟

۷۵ (۴)

۵۰ (۳)

۲۵ (۲)

۲۰ (۱)

علام چنان اینو می‌دونی که وقتی خازن به مولد وصله  $V$  ثابت



فاصله‌ی صفحات خازن هم به ظرفیت بستگی داره پس: ←

$$\frac{d_2}{d_1} = \gamma \xrightarrow{C = \frac{k\epsilon A}{d}} \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{4}$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \frac{1}{4} \times 1 = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{4} = \frac{25}{100}$$

یعنی انرژی خازن ۲۵ درصد شده یا اینکه می‌شه گفت انرژی خازن ۷۵٪ انرژی خود را از دست داده و گزینه ۴ صحیح است.

مثال ۶۲

با تخلیه‌ی قسمتی از بارالکتریکی یک خازن پر شده، اختلاف پتانسیل دو سر آن ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. انرژی این خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟

۹۶ (۴)

۸۰ (۳)

۶۴ (۲)

۴۰ (۱)

پاسخ: بچه‌ها ظرفیت خازن فقط به  $k$  و  $A$  و  $d$  بستگی داره که اینجا هیچ کدومش تغییر



نکرده (ظرفیت خازن به  $Q$  و  $V$  بستگی نداره) پس ظرفیت خازن ثابت و ولتاژ تغییر کرده.

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \xrightarrow{\frac{V_2}{V_1} = \frac{20}{100}} \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{20}{100}\right)^2 = (0.2)^2 = 0.04$$

$$\rightarrow U_2 = 0.04U_1 \rightarrow \Delta U = U_2 - U_1 = 0.04U_1 - U_1 = -0.96U_1$$

و این یعنی انرژی خازن ۹۶ درصد کاهش پیدا کرده و گزینه‌ی ۴ صحیحه  
(در مورد درصد کاهش و افزایش و محاسبات سریع در فصل اول فیزیک دهم صحبت کردیم)

FIZAMIN  
فزيك به سبک عليرضا اميني

## مثال ۶۳

فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی رسانای خازن تختی برابر با  $2\text{mm}$  و ظرفیت آن  $5\mu\text{F}$  است. اگر بار ذخیره شده در این خازن  $20\mu\text{C}$  باشد، اندازه‌ی میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه و دور از لبه‌های آن چند  $\frac{V}{m}$  است؟

- $10^3$  (۱)       $2 \times 10^3$  (۲)       $4 \times 10^3$  (۳)       $8 \times 10^3$  (۴)

پاسخ: این سؤال خیلی ساده‌ست بپیرن



$$V = \frac{Q}{C} = \frac{20}{5} = 4(V)$$

$$E = \frac{V}{d} = \frac{4}{2 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^3 \left(\frac{V}{m}\right)$$

رابطه‌ی میدان بین صفحات خازن رو از  $V = Ed$  رقتم. من به این رابطه می‌گم وحید ادعا 😊

مشق شب



## مثال ۶۴

ظرفیت یک خازن تخت مربع شکل، که فاصله‌ی دو صفحه‌ی آن  $10\text{mm}$  است برابر  $1\text{F}$  است. اگر فضای بین دو صفحه‌ی خازن با دی‌الکتریک  $k=10$  پر شده باشد، طول هر ضلع صفحه‌ی خازن چند  $m$  است؟  $\left(\epsilon \simeq 10^{-11} \frac{E}{m}\right)$

- $10^2$  (۴)       $10^4$  (۳)       $10^6$  (۲)       $10^8$  (۱)

✓ پاسخ گزینه ۳



## مثال ۶۵

خازن تختی با عایقی با ثابت دی الکتریک ۲ دارای ظرفیت  $4 \times 10^{-2} \mu\text{C}$  و به اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت وصل است. اگر در این وضعیت عایق از بین دو صفحه‌ی خازن خارج شود، ظرفیت و بار خازن به ترتیب برابر است با:

- (۱)  $4 \mu\text{C}$  و  $2 \times 10^{-2} \mu\text{C}$       (۲)  $2 \times 10^{-2} \mu\text{C}$  و  $8 \mu\text{C}$   
 (۳)  $8 \mu\text{C}$  و  $4 \times 10^{-2} \mu\text{C}$       (۴)  $16 \times 10^{-2} \mu\text{C}$  و  $8 \mu\text{C}$

پاسخ گزینه‌ی ۱

## مثال ۶۶

اگر با ثابت نگه داشتن بار الکتریکی یک خازن فاصله‌ی بین صفحات آن را نصف کنیم، میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی آن چند برابر می‌شود؟

- (۱)  $\frac{1}{2}$       (۲) ۲      (۳)  $\sqrt{2}$       (۴) ۱

پاسخ گزینه‌ی ۴

## مثال ۶۷

ظرفیت خازنی  $22 \mu\text{C}$  است. اگر بار الکتریکی آن ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی آن  $16 \mu\text{J}$  افزایش می‌یابد. بار اولیه آن چند میکروکولن است؟

- (۱) ۲۰      (۲) ۴۰      (۳)  $2 \times 10^{-2}$       (۴)  $4 \times 10^{-2}$

پاسخ گزینه‌ی ۲