

فهرست

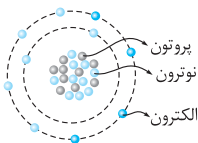
■ فصل اول

بخش اول (بار الکتریکی)	۸	بخش اول (الفیای مغناطیسی)	۱۲۶
بخش دوم (نیروی الکتریکی)	۱۶	بخش دوم (نیروی مغناطیسی)	۱۳۴
بخش سوم (میدان الکتریکی)	۲۲	بخش سوم (میدان مغناطیسی و ...)	۱۴۶
بخش چهارم (انرژی پتانسیل الکتریکی)	۳۵	بخش چهارم (ویژگی‌های مغناطیسی مواد)	۱۵۸
بخش پنجم (توزیع بار الکتریکی در ...)	۴۶	بخش پنجم (پدیده القای الکترومغناطیسی)	۱۶۳
بخش ششم (خازن)	۵۲	بخش ششم (القاگر)	۱۸۲
پرسش‌های تستی	۶۲	بخش هفتم (جریان متناوب)	۱۸۶
پاسخ پرسش‌های تستی	۶۵	پرسش‌های تستی	۱۹۳
		پاسخ پرسش‌های تستی	۱۹۷

■ فصل دوم

بخش اول (جریان الکتریکی و ...)	۷۰	■ ضمایم	
بخش دوم (مدار الکتریکی ساده)	۸۴	فرمول‌ها	۲۰۰
بخش سوم (توان الکتریکی در مدار)	۹۳		
بخش چهارم (به هم بستن مقاومت‌ها)	۱۰۲		
پرسش‌های تستی	۱۱۸		
پاسخ پرسش‌های تستی	۱۲۱		

بار الکتریکی



۱- آشنایی با ساختار اتم

■ هر اتم از الکترون، پروتون و نوترون تشکیل شده است.

نام ذره	مکان	علامت بار الکتریکی
الکترون	اطراف هسته در حال چرخش	منفی
پروتون	درون هسته	مثبت
نوترون	درون هسته	بدون بار

چند نکته

- اندازه بار الکتریکی الکترون و اندازه بار الکتریکی پروتون، برابر است.
- در حالت عادی، تعداد الکترون‌ها و تعداد پروتون‌های یک اتم برابر است، به همین دلیل، اتم خنثی است.
- عدد اتمی یک عنصر برابر با تعداد پروتون‌های آن است.
- پروتون‌ها توانایی جدا شدن از هسته اتم را ندارند، اما الکترون‌ها می‌توانند از اتمی به اتم دیگر بروند.
- جرم نوترون کمی بیشتر از جرم پروتون و جرم این دو خیلی بیشتر از (تقریباً ۲۰۰۰ برابر) جرم الکترون است.

۲- محاسبه بار الکتریکی

■ بار الکتریکی با q نشان داده می‌شود و یکای آن در SI کولن (C) است. به اندازه بار یک الکترون یا پروتون، که کوچک‌ترین مقدار ممکن برای بار در طبیعت است، بار بنیادی گفته و آن را با نماد e نشان می‌دهیم، که $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ است.

الکتریسته ساکن : درس نامه

■ وقتی یک جسم خنثی، الکترون می‌گیرد یا از دست می‌دهد، باردار می‌شود. بار الکتریکی این جسم (یا اتم و...) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$q = \pm ne$$

بار بنیادی (کولن: C) \rightarrow $q = \pm ne$ \leftarrow بار الکتریکی (کولن: C)

تعداد الکترون گرفته‌شده یا از دست‌رفته

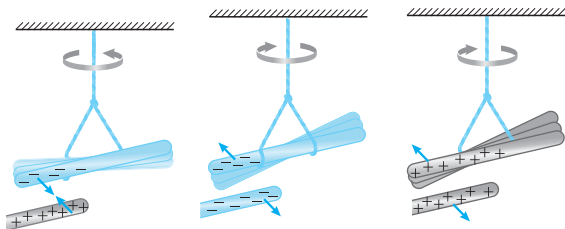
در این فرمول

- اگر جسم الکترون بگیرد \leftarrow تعداد پروتون $>$ تعداد الکترون \leftarrow بار جسم منفی است و در فرمول، از علامت (-) استفاده می‌کنیم.
 - اگر جسم الکترون از دست دهد \leftarrow تعداد پروتون $<$ تعداد الکترون \leftarrow بار جسم مثبت است و در فرمول، از علامت (+) استفاده می‌کنیم.
- یک کولن، مقدار بزرگی است و در این فصل بیشتر با میکروکولن (μC) و نانوکولن (nC) سروکار داریم:

$$1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$$

$$1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$$

■ بارهای ناهم‌نام همدیگر را جذب و بارهای هم‌نام یکدیگر را دفع می‌کنند. به جهت چرخش میله‌های آویزان در شکل‌های زیر دقت کنید.



مثال ۲

عدد اتمی عنصر X برابر ۵۰ است. $(e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C})$
 الف) بار الکتریکی هسته اتم این عنصر، چند کولن است؟
 ب) بار الکتریکی یون فرضی X^{2-} چند کولن است؟

پاسخ الف) هسته اتم این عنصر ۵۰ تا پروتون دارد. پس:

$$q_{\text{هسته}} = +ne = 50 \times 1/6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-18} \text{ C}$$

ب) این یون، ۲ الکترون گرفته است. پس بار الکتریکی اش منفی است:

$$q_{\text{یون}} = -ne = -2 \times 1/6 \times 10^{-19} = -3/2 \times 10^{-19} \text{ C}$$

مثال ۳

وقتی روی فرش راه می‌روید و بدنتان بار الکتریکی پیدا می‌کند، هنگام دست‌دادن با دوستانتان، ممکن است با انتقال باری در حدود 1 nC به او شوک خفیفی وارد کنید. در این انتقال بار، چند الکترون بین شما و دوستان منتقل شده است؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C})$

پاسخ در فرمول $q = ne$ ، e و q را داریم و باید n را حساب کنیم:

تبدیل $n \text{ C}$ به e

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{1 \times 10^{-9}}{1/6 \times 10^{-19}} = 6/25 \times 10^9$$

۳- سری الکتریسته مالشی

برای باردار شدن یک جسم سه روش وجود دارد:

۱ مالش ۲ تماس ۳ القا

در مورد روش مالش باید بدانید که:

- هنگام مالش دو جسم مختلف، تعدادی الکترون از یکی به دیگری منتقل شده و در دو جسم بارهای ناهم‌نام و هم‌اندازه ایجاد می‌شود.

الکتریسته ساکن : درس نامه

■ نوع باری که دو جسم هنگام مالش پیدا می کنند به گرفتن یا از دست دادن الکترون توسط آن ها بستگی دارد، یعنی:

جسمی که الکترون می گیرد ← تعداد الکترون هایش بیشتر از پروتون هایش می شود ← بار منفی پیدا می کند.

جسمی که الکترون از دست می دهد ← تعداد الکترون هایش کم تر از پروتون هایش می شود ← بار مثبت پیدا می کند.

■ این که کدام جسم الکترون می گیرد و کدام جسم الکترون از دست می دهد، بستگی به جایگاه آن در جدول سری الکتریسته مالشی (تریوالکتریک) دارد. در این جدول با حرکت از بالا به پایین، الکترون خواهی مواد بیشتر می شود. بنابراین هنگام مالش دو جسم، جسمی که در این جدول بالاتر است (به انتهای مثبت سری نزدیک تر است)، بار مثبت و جسمی که در این جدول پایین تر است (به انتهای منفی سری نزدیک تر است)، بار منفی پیدا می کند.

«نمونه ۱» مالش میله شیشه ای با پارچه ابریشمی: شیشه بالاتر از ابریشم است، پس:

میله شیشه ای: مثبت

پارچه ابریشمی: منفی

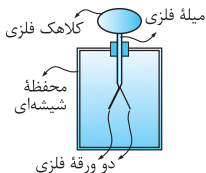
«نمونه ۲» مالش میله چوبی با پارچه ابریشمی: ابریشم بالاتر از چوب است.

میله چوبی: منفی

پارچه ابریشمی: مثبت

سری الکتریسته مالشی (تریوالکتریک)
انتهای مثبت سری
<p>موی انسان شیشه نایلون پشم موی گربه شرب ابریشم آلومینیم پوست انسان کاغذ چوب پارچه کتان کهربا برنج، نقره پلاستیک، پلی اتیلن لاستیک تفلون</p>
انتهای منفی سری

۴- الکتروسکوپ



■ الکتروسکوپ یا برق‌نما، وسیله‌ای است به شکل روبه‌رو که از یک کلاهک فلزی، یک میله فلزی و دو ورقه فلزی خیلی سبک تشکیل شده است. اگر الکتروسکوپ باردار شود، به دلیل ایجاد بارهای هم‌نام، در دو ورق، آن‌ها از هم دور می‌شوند.

■ به وسیله الکتروسکوپ می‌توانیم بفهمیم که:

- ۱ یک جسم بار دارد یا نه؟
- ۲ بار جسم مثبت است یا منفی؟
- ۳ یک جسم رساناست یا نارسانا؟

مثال ۱

یک میله چوبی را به موی سر مالش داده و آن را به کلاهک یک الکتروسکوپ با بار منفی نزدیک می‌کنیم. زاویه بین ورقه‌های الکتروسکوپ چگونه تغییر می‌کند؟ (از جدول سری الکتریسته مالشی استفاده کنید.)

پاسخ ورقه‌های الکتروسکوپ، ابتدا دارای بار هم‌نام منفی هستند، پس مقداری از هم فاصله گرفته‌اند. با مالش میله چوبی با موی سر، چون در جدول الکتریسته مالشی چوب به انتهای منفی نزدیک‌تر است، میله چوبی بار منفی پیدا می‌کند. وقتی این میله را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم، در الکتروسکوپ بارهای منفی از کلاهک به سمت ورقه‌ها حرکت می‌کنند. یعنی بار ورقه‌ها منفی‌تر شده و فاصله‌شان از هم بیشتر می‌شود.

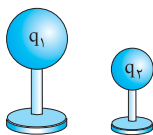
۵- دواصل مهم درباره بار الکتریکی

الف اصل پایستگی بار

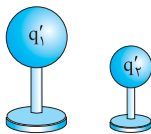
مجموع جبری بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است. یعنی بار نه به وجود می‌آید، نه از بین می‌رود. بلکه تنها از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود.

نکته اگر دو کره رسانای باردار با هم تماس پیدا کنند، جمع بار دو کره، قبل و بعد از تماس، با هم برابر است:

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2$$



قبل از تماس



بعد از تماس

خواستار باشد ۱ در فرمول بالا، علامت بارها را باید قرار دهیم.
۲ اگر دو کره رسانا، هم‌اندازه باشند، بعد از تماس بارشان یکسان

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

می‌شود، پس:

مثال ۱

دو کره رسانای مشابه روی پایه‌های عایقی قرار دارند. بار این دو کره $12 \mu\text{C}$ - و $8 \mu\text{C}$ + است. اگر دو کره با یک سیم به هم وصل شوند، بار

هر یک چند میکروکولن می‌شود؟

پاسخ اتصال دو کره به وسیله یک سیم، مثل حالتی است که دو کره با هم تماس پیدا می‌کنند. چون کره‌ها هم‌اندازه‌اند، بعد از تماس بارشان مساوی می‌شود، پس:

$$\text{بار دو کره بعد از تماس} = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{(-12) + (+8)}{2} = -2 \mu\text{C}$$

ب کوانتیده بودن بار

طبق فرمول $q = \pm ne$ ، بار الکتریکی یک جسم حتماً مضرب درستی از بار بنیادی است و هر مقداری نمی‌تواند داشته باشد. به این ویژگی، **کوانتیده بودن بار** می‌گوییم.
نکته اگر فرمول $q = \pm ne$ را به شکل $n = \pm \frac{q}{e}$ بنویسیم، طبق اصل کوانتیده بودن بار، مقدارهای مجاز برای q به گونه‌ای است که n یک عدد درست (صحیح) شود.

تست

بار الکتریکی یک جسم برابر با کدام یک از مقادیر زیر نمی‌تواند باشد؟

$$(e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$q_1 = 8 \text{ nC} \quad (2)$$

$$q_1 = 3 \text{ nC} \quad (1)$$

$$q_1 = 1 \text{ C} \quad (4)$$

$$q_1 = 10^{-18} \text{ C} \quad (3)$$

پاسخ | گزینه ۳ با استفاده از فرمول $n = \frac{q}{e}$ ، n را در هر مورد حساب می کنیم. n باید یک عدد صحیح باشد:

$$n = \frac{q}{C} \begin{cases} \text{(۱) گزینه ۱: } n_1 = \frac{3 \times 10^{-9}}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{3}{16} \times 10^{11} \checkmark \\ \text{(۲) گزینه ۲: } n_2 = \frac{8 \times 10^{-9}}{1/6 \times 10^{-19}} = 5 \times 10^{10} \checkmark \\ \text{(۳) گزینه ۳: } n_3 = \frac{10^{-18}}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{10}{1/6} = \frac{50}{1} \times \text{ } \times \\ \text{(۴) گزینه ۴: } n_4 = \frac{1}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{1}{16} \times 10^{20} \checkmark \end{cases}$$

پرسش های تستی

۱- چند الکترون باید از یک سکه خنثی خارج شود تا بار الکتریکی آن $+1 \mu\text{C}$ شود؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$) (ریاضی ۹۵)

(۱) $1/6 \times 10^6$ (۲) $1/6 \times 10^{12}$

(۳) $6/25 \times 10^6$ (۴) $6/25 \times 10^{12}$

۲- دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 5q_1$ در فاصله ۳ متری هم قرار دارند و نیروی دافعه 0.2 N به یکدیگر وارد می‌کنند. q_1 چند میکروکولن است؟

(خارج تجربی ۹۱) $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

(۱) 10 (۲) 5 (۳) 4 (۴) 2

۳- میدان الکتریکی حاصل از بار q در نقطه A که در فاصله 30 سانتی‌متری آن قرار دارد، برابر 10^5 N/C است. اگر بار q' در نقطه A قرار گیرد، نیرویی برابر 0.2 N از طرف میدان به آن وارد می‌شود. q و q' به ترتیب از راست

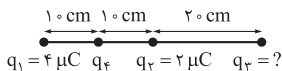
به چپ، چند میکروکولن‌اند؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$ (تجربی ۹۷)

(۱) $2, 10$ (۲) $2, 10$

(۳) $5, 10$ (۴) $5, 10$

۴- در شکل مقابل برابند نیروهای

الکتریکی وارد بر بار q_4 برابر صفر است.



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

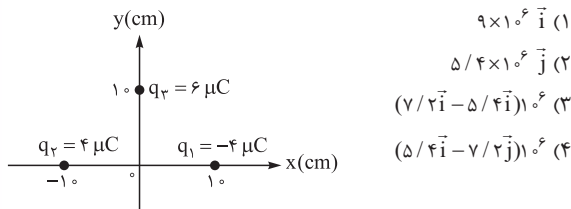
بار q_3 چند میکروکولن است؟ (ریاضی ۹۱)

(۱) 18 (۲) 8

(۳) -8 (۴) -18

الکتریسته ساکن : تست

۵- در شکل زیر، ۳ بار الکتریکی در نقاط مشخص شده قرار دارند. بردار میدان الکتریکی در مرکز مختصات کدام است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$) (خارج ریاضی ۹۱)



۶- در یک میدان الکتریکی، بار $q = -2 \mu C$ از نقطه A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقطه‌های A و B به ترتیب 4 mJ و 6 mJ باشد و پتانسیل نقطه A برابر 20 V باشد، پتانسیل نقطه B چند ولت است؟ (خارج تجربی ۹۳)

- (۱) ۸۰
 (۲) -۸۰
 (۳) -۱۲۰
 (۴) ۱۲۰

۷- در یک فضا میدان الکتریکی ثابت و یکنواخت برقرار است. ذره‌ای با بار الکتریکی منفی را در نقطه‌ای از فضا در حال سکون رها می‌کنیم. تا زمانی که ذره تحت اثر میدان الکتریکی در این فضا جابه‌جا می‌شود، به سمت مکان‌هایی با پتانسیل الکتریکی می‌رود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن می‌یابد (از وزن ذره صرف نظر شود). (خارج ریاضی ۹۳)

- (۱) کم‌تر - افزایش
 (۲) کم‌تر - کاهش
 (۳) بیشتر - افزایش
 (۴) بیشتر - کاهش

۸- بین دو صفحه موازی که به فاصله ۲ cm از هم قرار دارند، اختلاف پتانسیل الکتریکی ۵۰۰ ولت ایجاد کرده‌ایم. اگر یک ذره آلفا بین این دو صفحه قرار گیرد. نیروی الکتریکی وارد بر آن چند نیوتون خواهد شد؟
($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و ذره آلفا هسته اتم هلیوم است.) (سراسری ریاضی ۹۵)

$$8 \times 10^{-13} \quad (1) \qquad 8 \times 10^{-15} \quad (2)$$

$$4 \times 10^{-13} \quad (3) \qquad 4 \times 10^{-15} \quad (4)$$

۹- خازنی به منبع برق ۲۰۰ ولت وصل است. اگر انرژی ذخیره شده در آن $1/8 \text{ J}$ باشد، ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟ (خارج تجربی ۹۳)

$$36 \quad (2) \qquad 27 \quad (1)$$

$$180 \quad (4) \qquad 90 \quad (3)$$

۱۰- دو سر خازنی را که دی‌الکتریک آن هوا است به دو سر باتری وصل می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در آن u می‌شود. اگر در حالتی که به باتری وصل است. فاصله بین دو صفحه را n برابر کنیم. انرژی آن u' می‌شود. ولی اگر همان خازن اولیه را از باتری جدا کنیم و سپس، فاصله بین دو صفحه را n برابر

کنیم. انرژی آن u'' می‌شود. نسبت $\frac{u''}{u}$ چه قدر است؟ (خارج ریاضی ۹۳)

$$n \quad (2) \qquad \frac{1}{n} \quad (1)$$

$$n^2 \quad (4) \qquad \frac{1}{n^2} \quad (3)$$

پاسخ پرسش های تستی

۱- گزینه «۴» q و e را داریم و با یک حساب و کتاب ساده باید n را تعیین کنیم. فقط باید حواسمان به تبدیل واحدهای لازم باشد.

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{1 \times 10^{-6}}{1/6 \times 10^{-19}} = 6/25 \times 10^{12}$$

۲- گزینه «۴» داده ها و خواسته مسئله ما را راهنمایی می کند که از

$$\text{فرمول } F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \text{ استفاده کنیم.}$$

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow 0/02 = 9 \times 10^9 \times \frac{q_1 \times 5q_1}{3^2}$$

$$\Rightarrow q_1^2 = 4 \times 10^{-12} \Rightarrow q_1 = 2 \times 10^{-6} \text{ C} = 2 \mu\text{C}$$

۳- گزینه «۱» **و گام اول** میدان حاصل از بار q در فاصله 30

سانتی متری اش برابر $\frac{N}{C}$ 10^5 است، پس:

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow 10^5 = 9 \times 10^9 \times \frac{q}{(30 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow q = 10^{-6} \text{ C} = 1 \mu\text{C}$$

و گام دوم در محل بار q' اندازه میدان N/C 10^5 و نیروی وارد بر آن N $0/02$ است؛ بنابراین:

$$F = E|q'| \Rightarrow 0/02 = 10^5 \times q' \Rightarrow |q'| = 2 \times 10^{-7} \text{ C} = 0/2 \mu\text{C}$$

۴- گزینه «۱» **و گام اول** برای این که برابند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 صفر باشد، باید میدان الکتریکی برابند در این نقطه برابر صفر شود. اندازه میدان الکتریکی حاصل از بارهای q_1 و q_2 را در محل بار q_4 حساب می کنیم:

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{(0/1)^2} = 36 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$E_r = k \frac{|q_r|}{r_r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(0/1)^2} = 18 \times 10^5 \text{ N/C}$$

گام دوم \vec{E}_1 به طرف راست و \vec{E}_r به طرف چپ است.



چون $E_1 > E_r$ است، برای این که برابری تمام میدان‌ها



در این نقطه (محل q_r) برابر صفر شود، باید \vec{E}_r با \vec{E}_3



هم جهت باشد. پس q_r مثبت است (رد گزیندهای (۳) و

(۴)). در مورد اندازه E_3 هم می‌توانیم بگوییم:

$$E_r + E_3 = E_1 \Rightarrow E_3 = E_1 - E_r = 36 \times 10^5 - 18 \times 10^5 = 18 \times 10^5 \text{ N}$$

گام سوم با داشتن E_3 می‌توانیم q_r را به شکل زیر حساب کنیم:

$$E_r = k \frac{|q_r|}{r_r^2} \Rightarrow 18 \times 10^5 = 9 \times 10^9 \times \frac{q_r}{(0/3)^2}$$

$$\Rightarrow q_r = 18 \times 10^{-6} \text{ C} = 18 \mu\text{C}$$

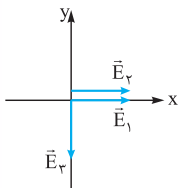
۵- گزینه «۳» **گام اول** می‌خواهیم «بردار میدان الکتریکی در

مرکز مختصات» را بر حسب بردارهای یکه به دست بیاوریم. پس ابتدا با

استفاده از فرمول $E = k \frac{|q|}{r^2}$ ، میدان ناشی از هر بار را به دست می‌آوریم:

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{(0/1)^2} = 3/6 \times 10^6 \text{ N/C} \\ E_r = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{(0/1)^2} = 3/6 \times 10^6 \text{ N/C} \\ E_3 = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6}}{(0/1)^2} = 5/4 \times 10^6 \text{ N/C} \end{cases}$$

و گام دوم q_1 منفی و q_2 و q_3 مثبت اند؛ بنابراین جهت های \vec{E}_1 ، \vec{E}_2 و \vec{E}_3 به شکل زیر هستند. در نتیجه داریم:



$$\vec{E}_1 = +(3/6 \times 10^6) \vec{i}$$

$$\vec{E}_2 = +(3/6 \times 10^6) \vec{i}$$

$$\vec{E}_3 = -(5/4 \times 10^6) \vec{j}$$

و گام سوم برای پیدا کردن بردار میدان برآیند، ۳ بردار بالا را با هم جمع می کنیم:

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$

$$= +(7/2 \times 10^6) \vec{i} - (5/4 \times 10^6) \vec{j} = (7/2 \vec{i} - 5/4 \vec{j}) \times 10^6$$

۶- گزینه «۲» با سه کمیت انرژی پتانسیل الکتریکی (U)، پتانسیل الکتریکی (V) و بار الکتریکی (q) سروکار داریم. فرمولی که این سه کمیت را به هم مربوط می کند، $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ است. نکته مهم در استفاده از این فرمول، توجه به علامت سه کمیت ΔU ، ΔV و q است.

$$\Delta V = V_B - V_A = V_B - 20, q = -2 \mu C = -2 \times 10^{-6} C$$

$$\Delta U = U_B - U_A = 0/6 - 0/4 = 0/2 \text{ mJ} = 0/2 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$\Rightarrow V_B - 20 = \frac{0/2 \times 10^{-3}}{-2 \times 10^{-6}} = -100 \Rightarrow V_B = -80 \text{ V}$$

۷- گزینه «۴» می دانیم بار منفی بعد از رها شدن در خلاف جهت خطوط میدان حرکت می کند، یعنی به سمت مکان هایی با پتانسیل بیشتر می رود. بار در جهتی که تمایل دارد حرکت کرده است، پس انرژی پتانسیل الکتریکی اش کاهش می یابد. به زبان ریاضی:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \xrightarrow{\substack{\Delta V > 0 \\ q < 0}} \Delta U < 0 \Rightarrow \text{انرژی پتانسیل آن کاهش می یابد.}$$



۸- گزینه «۲» **و گام اول** برای محاسبه میدان الکتریکی بین دو صفحه از

فرمول $E = \frac{\Delta V}{d}$ ، استفاده می کنیم.

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{500}{2 \times 10^{-2}} = 2/5 \times 10^4 \text{ N/C یا V/m}$$

و گام دوم بار ذره آلفا معادل بار دو پروتون است، پس:

$$q = ne \xrightarrow{n=2} q = 2 \times 1/6 \times 10^{-19} = 3/2 \times 10^{-19} \text{ C}$$

و گام سوم اندازه نیروی وارد بر بار در میدان الکتریکی به شکل زیر به دست

$$F = E |q| = (2/5 \times 10^4) \times (3/2 \times 10^{-19}) = 8 \times 10^{-15} \text{ N می آید:}$$

۹- گزینه «۳» با خازنی طرف هستیم که اختلاف پتانسیل دو سر آن و

انرژی ذخیره شده در آن را داریم و می خواهیم ظرفیت آن را حساب کنیم.

فرمولی که این سه کمیت را به هم مربوط می کند $U = \frac{1}{2} CV^2$ است، پس:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 1/8 = \frac{1}{2} \times C \times (200)^2 \Rightarrow C = 0/9 \times 10^{-4} \text{ F} = 90 \mu\text{F}$$

۱۰- گزینه «۴» **و گام اول** طبق فرمول $C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$ ، با n برابر شدن

فاصله بین دو صفحه (d)، ظرفیت خازن (C)، برابر می شود.

و گام دوم در حالتی که خازن به باتری وصل است، انرژی ذخیره شده در

آن با ظرفیت، نسبت مستقیم دارد. ظرفیت، برابر شده است، پس انرژی

$$u' = \frac{1}{n} u \quad \text{هم برابر می شود؛ یعنی:}$$

و گام سوم وقتی خازن را از باتری جدا کرده ایم، انرژی خازن با ظرفیت آن تناسب

وارون دارد. پس با $\frac{1}{n}$ برابر شدن ظرفیت، انرژی n برابر می شود، یعنی: $u'' = nu$

$$\frac{u''}{u'} = \frac{nu}{\frac{1}{n}u} = n^2 \quad \text{و گام چهارم}$$

ضمائم

فرمول‌ها

فصل ۱

۱ بار الکتریکی:

تعداد الکترون‌های گرفته‌شده یا از دست رفته

$$q = \pm ne$$

$$n = 0, 1, 2, \dots$$

بار الکتریکی (کولن: C)

بار بنیادی (کولن: C)

علامت +: اگر الکترون از دست رود، علامت -: اگر الکترون گرفته شود.

۲ رابطه قانون کولن:

بار الکتریکی دو ذره (کولن: C)

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

← نیروی الکتریکی (نیوتون: N) → فاصله دو ذره (متر: m)

۳ میدان الکتریکی حاصل از ذره باردار:

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

← میدان الکتریکی (نیوتون/کولن: $\frac{N}{C}$) → بار الکتریکی ذره (کولن: C) → فاصله نقطه تا ذره (متر: m)

۴ نیروی وارد بر بار در میدان الکتریکی:

میدان الکتریکی (نیوتون/کولن: $\frac{N}{C}$) بار الکتریکی (کولن: C)

$$\vec{F} = q \vec{E}$$

نیروی الکتریکی (نیوتون: N)

علامت بار الکتریکی باید لحاظ شود.

۵ کار انجام‌شده توسط میدان الکتریکی یکنواخت:

بار الکتریکی (کولن: C) کار میدان (ژول: J)

$$W_E = \pm E |q| d \rightarrow (\text{متر: m})$$

فاصله‌جایی بار در راستای میدان

اندازه میدان (نیوتون : $\frac{N}{C}$)

علامت + : بار در جهت نیروی میدان حرکت می‌کند.
 علامت - : بار در خلاف جهت نیروی میدان حرکت می‌کند.

۶ تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار:

تغییر انرژی پتانسیل بار (ژول: J)

$$\Delta U_E = -W_E \rightarrow (\text{ژول: J})$$

کار انجام‌شده توسط میدان (ژول: J)

۷ اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه:

تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی (ژول: J)

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow (\text{کولن: C})$$

بار الکتریکی (کولن: C)

اختلاف پتانسیل (ولت: V)

$$\Delta V = V_{\text{مقصد}} - V_{\text{مبدأ}}$$

علامت بار باید لحاظ شود.

بار انرژی بگیرد: $\Delta U > 0$ ، بار انرژی از دست دهد (آزاد شود): $\Delta U < 0$

۸ رابطه اختلاف پتانسیل دو نقطه در میدان یکنواخت:

اختلاف پتانسیل (ولت: V)

$$|\Delta V| = E d \rightarrow (\text{متر: m})$$

فاصله دو نقطه در راستای میدان (متر: m)

اندازه میدان یکنواخت (نیوتون : $\frac{N}{C}$)