بار الکتریکی

دو نوع بار الکتریکی مثبت و منفی داریم، اگر در جسمی مقدار این دو بار یکسان باشد، جمع جبری بارهای جسم صفر بوده و از نظر الکتریکی خنثی محسوب می شود.

منشأ بار مثبت پروتون است ⟵ $q_p = +1/6 \times 10^{-19} C$

منشأ بار منفی الکترون است ⟵ $q_e = -1/6 \times 10^{-19} C$

بار بنیادی: کوچکترین بار موجود در طبیعت بار یک الکترون یا پروتون است که به آن بار بنیادی (e) می گویند و مقدار آن برابر است با: $e = 1/6 \times 10^{-19} C$

کوانتیده بودن بار الکتریکی: بار الکتریکی هر جسم همواره مضرب صحیحی از بار بنیادی (بار یک الکترون) می باشد.

$q = \pm ne$ $\quad n = 1, 2, 3, \ldots$ $\quad$ n: تعداد الکترون مبادله شده

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

۱) $1/6 \times 10^{6}$ ۲) $1/6 \times 10^{12}$ ۳) $6/25 \times 10^{6}$ ۴) $6/25 \times 10^{12}$

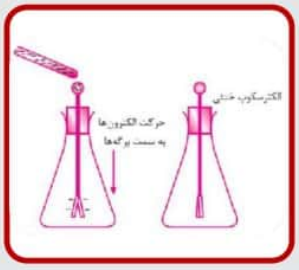
تست ۲ جسمی دارای بار الکتریکی q است. اگر به این جسم n الکترون بدهیم، بار الکتریکی $-11\mu C$ و اگر از آن n الکترون بگیریم، بار الکتریکی آن $+5\mu C$ خواهد شد. N کدام است؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19} C)$ | قلم‌چی |

۱) 5×10^{13} ۲) 10^{14} ۳) $1/875 \times 10^{13}$ ۴) $3/75 \times 10^{13}$

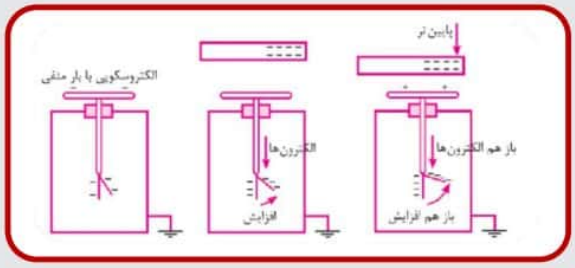
الکتروسکوپ (برق نما)

الکتروسکوپ وسیله ای است که با استفاده از آن می توان باردار یا خنثی بودن و همچنین نوع بار الکتریکی جسم را تشخیص داد.

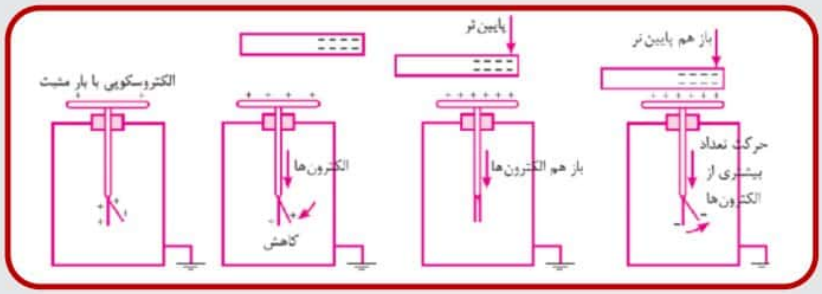
الف) تشخیص باردار یا خنثی بودن: برای تشخیص باردار بودن یا خنثی بودن جسم، آنرا به الکتروسکوپ نزدیک می کنیم و یا می چسبانیم، اگر ورقه های الکتروسکوپ باز شوند یعنی جسم باردار است.



ب) تشخیص نوع بار الکتریکی: برای تشخیص نوع بار جسم ، باید یک الکتروسکوپ باردار داشته باشیم(نوع بار الکتروسکوپ باید مشخص باشد) با نزدیک کردن جسم به الکتروسکوپ، با توجه به رفتار الکتروسکوپ، نوع بار جسم مشخص می شود.



1) اگر زاویه بین ورقه ها افزایش یابد، بار جسم و الکتروسکوپ یکی است.



2) اگر زاویه بین ورقه ها کاهش یابد، بار جسم و الکتروسکوپ متفاوت است.

➢ پایستگی بار الکتریکی

طبق اصل پایستگی، بار الکتریکی نه تولید می شود و نه از بین می رود پس به طور کلی میتوان گفت:

در یک دستگاه منزوی جمع جبری همه بارهای الکتریکی ثابت است و فقط از جسمی به جسم دیگر منتقل می شود و امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد.

پس اگر چند جسم با هم تماس داده شوند مجموع جبری بارها قبل تماس برابر جمع جبری بارها بعد تماس خواهد بود .

$$q_1 + q_2 + q_3 + ... = q'_1 + q'_2 + ...$$

*در رابطه بالا علامت بارها را هم قرار می دهیم.

➢ روش های باردار کردن اجسام

اجسام را می توان به سه روش باردار نمود:

1)مالش 2) تماس 3) القا

در انتقال بارها پروتون جابجا نمیشه، فقط الکترون جا بجا میشه!

1) مالش ⟸ در اثر مالش دو جسم خنثی با هم، هر دو دارای بار الکتریکی شده و بر هم نیرو وارد می‌کنند.

در اثر مالش دو جسم با هم، تعدادی الکترون از یکی به دیگری منتقل میشود، پس **جسمی که الکترون گرفته دارای بار منفی می‌شود** و جسمی که الکترون از دست داده بارش مثبت می شود.

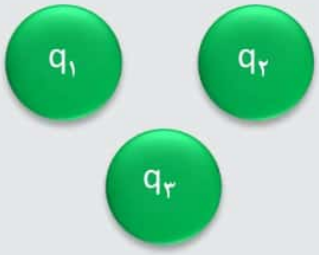
نوع باری که دو جسم در اثر مالش به خود می گیرند براساس جدولی به نام **سری الکتریسیته مالشی (تریبو الکتریک)** معلوم می‌شود.

جدول سری الکتریسیته مالشی

انتهای مثبت سری
موی انسان
شیشه ★
نایلون
پشم ★
موی گربه
سرب
ابریشم ★
آلومینیوم
پوست انسان
کاغذ
چوب
پارچه کتان
کهربا
برنج، نقره
پلاستیک ★
لاستیک
تفلون
انتهای منفی سری

شیشا پلاستیکی

2) تماس ⟸ اگر دو یا چند کره رسانای مشابه را با هم تماس دهیم، بار الکتریکی آنها با هم برابر شده و مقدار آن برابر است با میانگین بارهای اولیه ی آنها. یعنی:



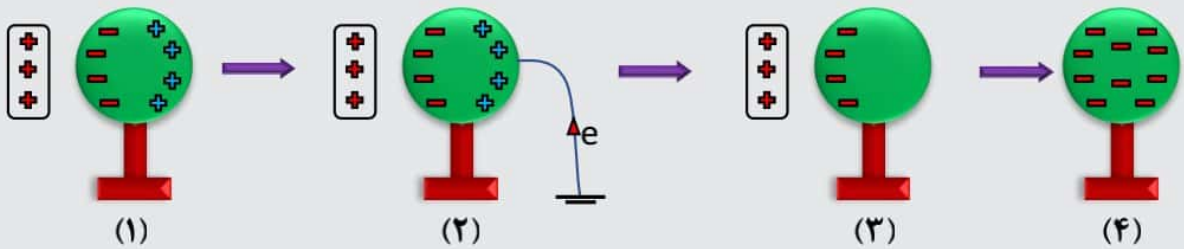
$$q'_1 = q'_2 = q'_3 = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{3}$$

* بعد از اتصال کره ها یا به یکدیگر نیروی **دافعه** وارد می کنند یا **هیچ نیرویی** به یکدیگر وارد **نمی کنند**.

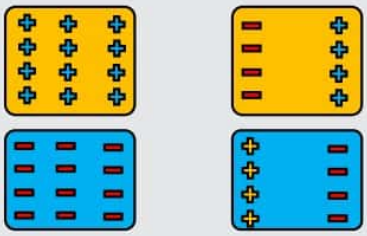
* اگر یک جسم رسانای باردار به زمین متصل شود بار آن خنثی می شود (پتانسیل زمین صفر است).

3) القا

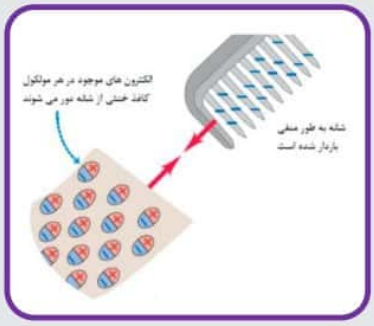
در روش القا جسم باردار به جسم رسانای بدون بار (مثل یک کره ی فلزی) نزدیک شده و توازن بارها در کره به هم می خورد به عبارتی برخی از بارهای مخالف نزدیک جسم باردار و بارهای موافق در طرف دیگر و دورتر از جسم باردار قرار می گیرند. با اتصال کره به زمین بارهای موافق که در یک طرف جمع شده بودند خنثی می شوند و سپس اتصال با زمین را قطع می کنیم. به این ترتیب در کره بار الکتریکی ناهمنام با بار میله القا می شود.



*دو جسم برحسب نوع بارهایشان می توانند همدیگر را جذب یا دفع کنند و یا بر هم بی اثر باشند.
دو جسم با بار ناهمنام همدیگر را جذب می کنند.
دو جسم با بار هم نام همدیگر را دفع می کنند.
دو جسم خنثی بر یکدیگر بی اثرند.



*یک جسم باردار یک جسم خنثی را ابتدا القا کرده و سپس جذب می کند.



*هنگامی که یک میله باردار را به یک جسم نارسانا نزدیک می کنیم چنانچه مولکول های آن جسم قطبی باشند به گونه ای جهت گیری می کنند که قطب ناهم نام در جهت میله قرار گیرند و چنانچه ناقطبی باشند، ابر الکترونی اتم ها به گونه ای تغییر شکل می دهد که سر نزدیک به میله مولکول ها، قطب ناهمنام شود. در هر دو صورت جسم توسط میله جذب می شود. اگر جذب باعث به هم چسبیدن دو جسم شود، مقداری بار از میله به جسم منتقل می شود که باعث می شود جسم و میله همنام شوند و نهایتاً جسم توسط میله دفع می شود.

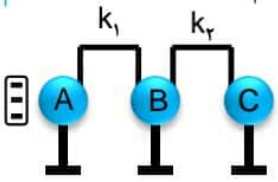
تست ۳ میله‌ی بارداری را به‌تدریج به کلاهک یک الکتروسکوپ باردار نزدیک می‌کنیم. ملاحظه می‌شود ابتدا ورقه‌های الکتروسکوپ بسته و سپس از هم باز می‌شوند. علامت بار میله و الکتروسکوپ به‌ترتیب از راست به چپ از چه نوعی می‌تواند باشد؟ قلم‌چی

۱) مثبت - مثبت
۲) منفی - منفی
۳) مثبت - منفی
۴) هر سه گزینه می‌تواند صحیح باشد.

تست ۴ در شکل زیر، گلوله‌ی فلزی بارداری از نخ آویزان است. کره‌ی فلزی خنثی را که دارای دسته‌ی نارسانا است به گلوله نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که گلوله ..... می‌شود؛ سپس آنها را به هم تماس داده، کره را جدا می‌کنیم و دوباره به‌آرامی آن را به گلوله نزدیک می‌کنیم و ملاحظه می‌شود که گلوله ..... می‌شود. قلم‌چی

۱) جذب - دفع
۲) دفع - جذب
۳) دفع - دفع
۴) جذب - جذب

تست ۵ سه کره‌ی فلزی مشابه A ، B و C مطابق شکل در کنار یکدیگر و روی پایه های عایقی قرار دارند. در حالتی که هر ۲ کلید k_1 و k_2 بسته هستند، میله ای با بار منفی را به کره A نزدیک می‌کنیم. اگر در حضور میله ابتدا کلید k_2 قطع شود و پس از دور کردن میله، کلید k_1 را قطع کنیم، بار الکتریکی کره های A ، B و C به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟ قلم‌چی



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

تست ۶ میله‌ای شیشه‌ای را که در ابتدا خنثی است، با پارچه‌ی کتان مالش داده و سپس آن را به کلاهک الکتروسکوپ بارداری نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که زاویه‌ی بین ورقه‌های الکتروسکوپ کاهش می‌یابد. علامت بار الکتروسکوپ و پارچه‌ی کتان به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

قلم‌چی

سری الکتریسیته ی مالشی
شیشه
پارچه‌ی کتان

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

تست ۷ با توجه به جدول فرضی سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک) روبه‌رو، کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟

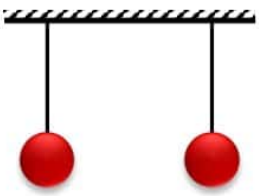
انتهای مثبت سری
A
B
C
D
انتهای منفی سری

۱) در این جدول مواد پایین‌تر، الکترون‌خواهی کم‌تری دارند.
۲) در اثر مالش ماده D و ماده C، الکترون از ماده D به C منتقل می‌شود.
۳) اگر ماده A را با ماده B مالش دهیم، الکترون بیش‌تری نسبت به حالتی که ماده A را با ماده C مالش دهیم، منتقل می‌شود.
۴) اگر ماده B را با ماده C مالش دهیم، الکترون کمتری نسبت به حالتی که ماده A را با ماده D مالش می‌دهیم، منتقل می‌شود.

قلم‌چی

تست ۸ در شکل زیر، دو کره کاملاً مشابه و بدون بار از جنس سرب و مس در کنار هم قرار گرفته‌اند. اگر این دو کره با دو پارچه بدون بار از جنس کتان مالش داده شوند. و باردار شوند، کدام گزینه رخ می‌دهد؟

قلم‌چی



انتهای مثبت سری
سرب
پارچه کتان
مس
انتهای منفی سری

۱) دو کره یکدیگر را جذب می‌کنند و به هم می‌چسبند.
۲) دو کره یکدیگر را دفع می‌کنند.
۳) دو کره ابتدا به هم نزدیک شده و در صورتی که تماس حاصل شود از هم دور می‌شوند و الزاماً در همان فاصله قبلی از هم قرار می‌گیرند.
۴) دو کره ابتدا به هم نزدیک شده و در صورتی که تماس حاصل شود از هم دور می‌شوند و ممکن است در همان فاصله قبلی از هم قرار گیرند و یا در فاصله بیشتری نسبت به قبل از هم قرار گیرند.

تست ۹ سه جسم A، B و C را دوبه‌دو به یکدیگر نزدیک می‌کنیم .وقتی A و B به یکدیگر نزدیک می‌شوند، همدیگر را با نیروی الکتریکی جذب می‌کنند و اگر B و C را به یکدیگر نزدیک کنیم، یکدیگر را با نیروی الکتریکی دفع می‌کنند. کدامیک از گزینه‌های زیر می‌تواند صحیح باشد؟

تجربی داخل

۱) A و C با همنام و هم‌اندازه دارند.
۲) B و C بار غیرهمنام دارند.
۳) B بدون بار و C باردار است.
۴) A بدون بار و B باردار است.

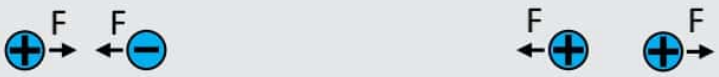
CamScanner

تست ۱۰ قاشقی از جنس نقره را به‌وسیله‌ی پارچه‌ای ابریشمی تمیز می‌کنیم. اگر در سری الکتریسیته‌ی مالشی، ابریشم بالای نقره قرار داشته باشد و این دو ماده در ابتدا خنثی باشند، بار نقره و ابریشم به‌ترتیب از راست به چپ برحسب میکرو کولن مطابق کدام گزینه می‌تواند باشد؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$) | قلم‌چی |

۱) $2/48\times10^{-12}$ ، $-2/48\times10^{-12}$
۲) $-3/52\times10^{-12}$ ، $3/52\times10^{-12}$
۳) $-2/48\times10^{-12}$ ، $-2/48\times10^{-12}$
۴) $-3/52\times10^{-12}$ ، $-3/52\times10^{-12}$

قانون کولن

دو بار الکتریکی نقطه ای اگر **همنام** باشند یکدیگر را **دفع** می کنند و اگر **ناهمنام** باشند یکدیگر را **جذب** می کنند که این نیروی دافعه یا جاذبه به هردو بار وارد می شود.



قانون کولن: نیروی الکتریکی بین دو بار با حاصل ضرب اندازه بارها رابطه مستقیم و با مجذور فاصله آنها رابطه عکس دارد.

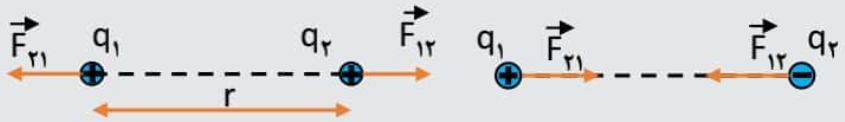
در این رابطه و بار الکتریکی برحسب کولن، r فاصله برحسب متر و $k = 9 \times 10^{9} \frac{Nm^2}{C^2}$ ثابت کولن و F برحسب نیوتن است.

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

$$cm^2 \xrightarrow{\times 10^{-4}} m^2$$

توجه: در رابطه فوق علامت بارها را قرار نمی دهیم ،فقط مقدار آنها را قرار می دهیم.

* این دو نیرو در راستای خط واصل دو بار می باشند.



نیروی دافعه بین دو بار هم‌نام — نیروی جاذبه بین دو بار ناهم‌نام

* این نیروبی که دو بار به یکدیگر وارد می کنند عمل و عکس العمل هستند؛یعنی هم اندازه، در یک امتداد ولی مختلف الجهت می‌باشند.

$$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}| \qquad \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

* این دو نیرو یکدیگر را خنثی نمی کنند چون به دو بار وارد می شوند.

تکنیک ۹۰: اگر یکای بار های الکتریکی بر حسب میکرو کولن(μC) و فاصله بار ها بر حسب سانتی متر(cm) داده شده باشند می توانیم همان اعداد داده شده بر حسب μC و cm را در فرمول قرار داده و برای مقدارk، ۹۰ را می گذاریم .

یادآوری

۱ تشخیص مستقیم یا عکس بودن رابطه دو کمیت

۲ نسبت نویسی حرفه ای

سوالاتی که دو حالت را بررسی می کنند دو دسته اند:

۱ تغییرات به صورت ضرب و تقسیم یا درصد باشد ← باید نسبت را روی خود فرمول بنویسیم

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

۲ تغییرات به صورت جمع و تفریق باشد ← باید خود رابطه را به صورت نسبتی بنویسیم

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

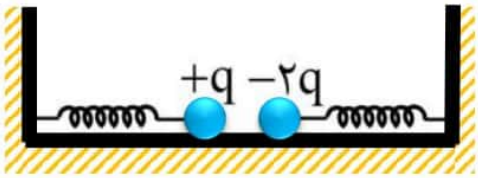
نکته: اگر تغییرات قسمتی از سوال به صورت جمع و تفریق و تغییرات قسمتی به صورت ضرب و تقسیم یا درصد بود (ترکیب حالت ۱ و ۲)، باید رابطه را به صورت نسبتی بنویسیم.

تست ۱۱ دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 5q_1$ در فاصلهٔ ۳ متری هم قرار دارند و نیروی دافعهٔ ۰/۰۲N به یکدیگر وارد می‌کنند. q_1 چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$ | تجربی خارج |

۱) ۱۰ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۲

CamScanner

تست ۱۲ مطابق شکل، دو ذره‌ی باردار که به دو فنر مشابه متصل هستند، روبه‌روی هم درحال سکون قرار دارند. کدام گزینه در مورد فنرها درست است؟ | گزینه‌دو |



۱) هر دو فنر به یک میزان فشرده می‌شوند.
۲) هر دو فنر به یک میزان کشیده می‌شوند.
۳) هر دو فنر فشرده شده ولی فشردگی فنر «۲» بیشتر است.
۴) هر دو فنر فشرده شده ولی کشیدگی فنر «۲» بیشتر است.

تست ۱۳ نیروی بین دوبار الکتریکی q_1 و q_2 که به فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند، F است. اگر اندازه‌ی یکی از بارها و همچنین فاصله‌ی بین دو بار نیز نصف شود، نیروی بین آنها چند برابر می‌شود؟ | ریاضی خارج |

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

تست ۱۴ بار الکتریکی ۸ میکروکولنی از فاصله‌ی r بر بار ۲ میکروکولنی نیروی F وارد می‌کند، بار ۲ میکروکولنی از چه فاصله‌ای بر بار ۸ میکروکولنی نیرویی با اندازه‌ی $2F$ وارد می‌کند؟ | تجربی داخل |

۱) $۲r$ ۲) $\sqrt{۲}r$ ۳) $\frac{۱}{۲}r$ ۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}r$

تست ۱۵ اندازه‌ی نیروی دافعه‌ی بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در فاصله‌ی r از هم برابر با $۰/۰۲N$ است. اگر به اندازه‌ی یکی از بارها $۲\mu C$ اضافه کنیم، اندازه‌ی این نیروی دافعه در همین فاصله برابر با $۰/۰۳N$ می‌شود. اندازه‌ی اولیه‌ی هریک از این بارهای الکتریکی چند میکروکولن بوده است؟ | قلم‌چی |

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

تست ۱۶ دو گوی رسانا، کوچک و یکسان به بارهای $q_1 = ۴/۰nC$ و $q_2 = -۶/۰nC$ را با هم تماس می‌دهیم و سپس تا فاصله‌ی $r = ۳۰cm$ از هم دور می‌کنیم. نیروی برهم کنش الکتریکی بین دو گوی کدام است؟

۱) $۱۰^{-۷}$ ۲) $۱۰^{-۴}$ ۳) ۲×۱۰^{-۷} ۴) ۲×۱۰^{-۴}

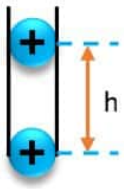
تست ۱۷ دو گلوله‌ی فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی هستند، از فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری، نیروی جاذبه‌ی ۴ نیوتن بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر این دو گلوله را با هم تماس دهیم، بار الکتریکی هرکدام $+3\mu C$ خواهد شد. بار اولیه‌ی گلوله‌ها برحسب میکروکولن کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 N.m^2/C^2)$ | ریاضی داخل |

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

تست ۱۸ دو بار الکتریکی مشابه $q = +4\mu C$ را که جرم هر یک ۲۰ گرم است در فاصلهٔ ۶۰ سانتی‌متر از هم قرار داده و رها می‌کنیم. اگر تنها نیرویی که به هم وارد می‌کنند، نیروی الکتریکی باشد، شتاب هر ذره در این لحظه چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

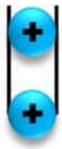
۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

تست ۱۹ مطابق شکل دو گوی فلزی کوچک و باردار هریک به جرم ۴۰ گرم و بار ۲ میکروکولن طوری قرار گرفته اند که گوی بالایی در ارتفاع h نسبت به گوی پایینی به حالت معلق مانده است. h چند سانتی‌متر است؟ $(g = 10N/kg$ و $k = 9 \times 10^9 N.m^2/C^2$ و از تمامی اصطکاک‌ها صرف نظر شود.) | قلم‌چی |



۱) ۳ ۲) ۳۰ ۳) $3\sqrt{2}$ ۴) $30\sqrt{2}$

تست ۲۰ در شکل زیر دو گوی مشابه به جرم ۳/۶ گرم در فاصله ۱cm از هم قرار گرفته‌اند و گوی بالایی بصورت معلق است. چه تعداد الکترون از گوی‌ها در حالتی که خنثی بوده‌اند، گرفته شده است؟ | قلم‌چی |



$(g = 10 \frac{m}{s^2}, e = 1/6 \times 10^{-19} C, k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

۱) $1/25 \times 10^{11}$ ۲) $6/25 \times 10^{12}$ ۳) 8×10^{10} ۴) 8×10^{12}

برآیندگیری

1) دو بردار هم جهت ← جمعشون کن!

2) دو بردار خلاف جهت ← از هم کمشون کن!

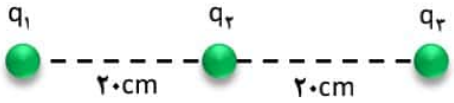
حالت خاص:

3) دو بردار عمود بر هم ← فیثاغورث

نکته: بردار برآیند دو بردار به بردار بزرگتر نزدیکتر است.

ترفند محاسباتی

مثال ۲۱ نیروی خالص الکتریکی وارد بر هریک از بارهای q_2 و q_3 را محاسبه کنید. | مشابه تمرین کتاب درسی |



$q_1 = -16/0nC$

$q_2 = +5/0\ nC$

$q_3 = -16/0nC$

تکنیک تغییر دکوراسیون بارها

نحوه انتقال بار: اگر فاصله بار نسبت به بار موردنظر(باری که نیروی وارد برآنرا می خواهیم)، n برابر شود، مقدار بار n^2 برابر می شود.

* اگر بار را از یک طرف بار موردنظر به طرف دیگر آن منتقل کنیم بار قرینه می شود.