

بسم الله الرحمن الرحيم

فصل ۱: الکتریسیته ساکن

درسنامه ۱: بار الکتریکی و قانون کولن

الکتریسیته ساکن (الکتروستاتیک): علمی است که به بررسی و مطالعه بارهای ساکن می‌پردازد.

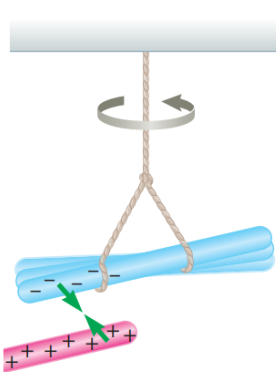
نکته: این موارد همگی جلوه‌هایی از خاصیت الکتریکی (کهربایی) هستند:

- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| (۱) استفاده از صفحات لمسی | (۲) آذرخش (رعد و برق) |
| (۳) پیوندهای بین مولکول‌ها | (۴) پیام‌های عصبی در دستگاه اعصاب |
| (۵) نوار سلوفان | (۶) بالا رفتن مارمولک از دیوار |
| (۷) گرده‌افشانی در حشرات | (۸) چسبیدن تکه کاغذ به شانه پلاستیکی |

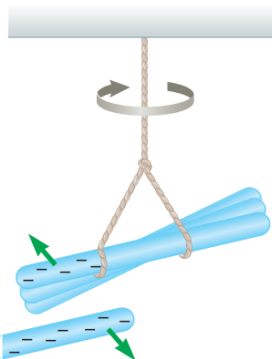
بار الکتریکی

بنیامین فرانکلین دو نوع بار الکتریکی را مثبت و منفی نامگذاری کرد. مزیت این نامگذاری این است که می‌توان بین بارهای الکتریکی جمع جبری انجام داد.

آزمایش اثبات وجود دو نوع بار الکتریکی:

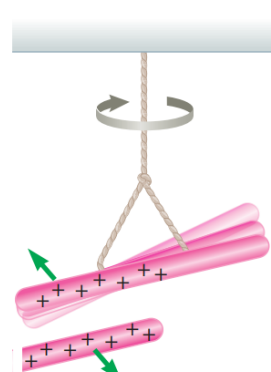


(الف) وقتی دو میله شیشه‌ای را با پارچه ابریشمی مالش دهیم، همدیگر را دفع می‌کنند.



(ب) وقتی دو میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش دهیم، همدیگر را دفع می‌کنند.

شکل ۱-۴



(ب) وقتی میله پلاستیکی مالش داده شده با پارچه پشمی را به میله شیشه‌ای مالش داده شده با پارچه ابریشمی نزدیک کنیم، همدیگر را جذب می‌کنند.

نتایج این آزمایش:

- (۱) از دو نوع رفتار متفاوت رانش و ربایش می‌فهمیم که
 (۲) با توجه به اینکه میله‌های هم‌جنس همدیگر را دفع و میله‌های ناهم‌جنس همدیگر را جذب می‌کنند می‌توان فهمید که
 (۳) اگر آزمایش تنها با کمک یک نوع میله (پلاستیکی یا شیشه‌ای) انجام می‌شد وجود دو نوع بار را تشخیص دهیم.

کوانتیده بودن بار الکتریکی

فرمول:

یکای SI بار الکتریکی:

مرور انواع کھیت:

- (۱) نرده‌ای و برداری (۲) اصلی و فرعی (۳) پیوسته و گسسته (کوانتیده):

دو اصل مهم در مورد بارهای الکتریکی:

- (۱) اصل پایستگی بار: مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک سامانه ثابت است. یعنی بار می‌تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود، ولی هرگز امکان یک بار خالص وجود ندارد. (هیچ مثال نقضی وجود ندارد).
 (۲) اصل کوانتیده بودن بار: بار همه اجسام (چه مثبت و چه منفی) همواره (کمیتی کمی و گسسته است).

مرور ساختار اتم و ذرات زیراتمی:

انواع ذرات براساس بار الکتریکی آن‌ها:

- (۱) بار مثبت: $n_e < n_p \Rightarrow q > 0$
 (۲) بار منفی: $n_e > n_p \Rightarrow q < 0$
 (۳) خنثی (بدون بار خالص): $n_e = n_p \Rightarrow q = 0$

تذکر: پس یک جسم خنثی لزوماً بدون الکترون نیست؛ بلکه می تواند تعداد الکترون و پروتون برابری داشته باشد.

نکته: یون ها تنها با داد و ستد به وجود می آیند. پروتون و نوترون جابه جا نمی شوند. پس یون مثبت (کاتیون) یونی است که و یون منفی (آنیون) یونی است که

$$q = C.V = I.t = n.e$$

$\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$
 بار الکتریکی ساواکی اطلاعاتی نیروی انتظامی

سؤال: بار الکتریکی یک گوی فلزی -32pC است. در مورد این جسم پاسخ دهید:

الف) این جسم چند الکترون دارد؟

ب) این جسم چند پروتون دارد؟

پ) تعداد الکترون های آن از پروتون های بیشتر است یا کمتر؟ چقدر؟

سؤال: فرض کنید در مالش یک میله پلاستیکی خنثی به یک پارچه پشمی خنثی، 10^{-10} مول الکترون جابه جا می شود. بار نهایی میله پلاستیکی و پارچه پشمی را محاسبه کنید. ($N_A \approx 6 \times 10^{23}$)

سؤال: در سؤال قبل، مجموع بار نهایی میله پلاستیکی و پارچه پشمی برابر چند است؟

سؤال: 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»

سؤال: بار الکتریکی یک مکعب فلزی $+10\mu\text{C}$ است. اگر این مکعب فلزی الکترون، بار آن خنثی می شود.

سوال: اگر از جسم رسانایی که بار آن برابر $-q$ است، ۸×۱۰^{۱۳} الکترون بگیریم، بار آن $\frac{1}{3}q$ خواهد شد. q چند

«خیلی سبز»

میکروکولن است؟ ($q > 0, e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

(۴) $۱۹/۲$

(۳) $۹/۶$

(۲) $۷/۵$

(۱) $۳/۷۵$

سوال: میله سربی خنثی ای را به پارچه کتان خنثی مالش داده ایم. کدام گزینه می تواند به ترتیب بار میله سربی و

«نردبام»

بار پارچه کتان بر حسب آتوکولن باشد؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$ و پیشوند آتو معادل ضریب $۱۰^{-۱۸}$ است).

(۴) $-۸, -۸$

(۳) $-۸, ۸$

(۲) $-۷, ۷$

(۱) $۷, ۷$

سوال: یک دستگاه بسته الکتریکی به ترتیب شامل سه جسم A, B و C با بارهای الکتریکی $q_A = -۱۲ \mu C$ ،

$q_B = +۵ \mu C$ و $q_C = +۴ \mu C$ است. برای آن که در اثر جابه جایی بار بین این سه جسم، بار هر سه جسم یکسان شود،

«خیلی سبز»

بار هر جسم چه قدر باید تغییر کند؟

(۲) $\Delta q_A = ۱۱ \mu C, \Delta q_B = -۶ \mu C, \Delta q_C = ۵ \mu C$

(۱) $\Delta q_A = ۱۱ \mu C, \Delta q_B = +۶ \mu C, \Delta q_C = -۵ \mu C$

(۴) $\Delta q_A = ۱۱ \mu C, \Delta q_B = -۶ \mu C, \Delta q_C = -۵ \mu C$

(۳) $\Delta q_A = -۱۱ \mu C, \Delta q_B = +۶ \mu C, \Delta q_C = ۵ \mu C$

سوال: بار مثبت موجود در ۹۰ cm^3 آب خنثی را حساب کنید. (بار الکترون $1/6 \times 10^{-19} C$ ، عدد آووگادرو ۶×۱۰^{۲۳} ، جرم

«نردبام»

مولی هیدروژن و اکسیژن به ترتیب ۱ g/mol و ۱۶ g/mol و چگالی آب ۱ g/cm^3 است).

سوال: چند درصد از الکترون‌های موجود در ۱g مس را بگیریم تا بار آن $+۸۷۰۰C$ شود؟ (عدد اتمی مس ۲۹amu و جرم اتمی آن ۶۴amu است. عدد آووگادرو را ۶×۱۰^{۲۳} و اندازه بار الکترون را $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}C$ فرض کنید).

۱ (۱) ۲ (۲) ۱۰ (۳) ۲۰ (۴) «نردبام- پیشرفته»

رسانش الکتریکی

اجسام از نظر توانایی یا عدم توانایی عبور دادن بارهای الکتریکی به سه دسته تقسیم می‌شوند:

انواع رسانش الکتریکی	رسانا	نارسانا	نیم‌رسانا
مثال	فلزات مثل طلا، آهن و نقره	چوب، تفلون، شیشه، لاستیک و هوا	ژرمانیم، گرافیت و سیلیسیم
وجود الکترون آزاد	✓ ← زیاد	x	✓ ← کم
رسانا	✓ ← قوی	x	✓ ← ضعیف
نارسانا (عایق)	x	✓ ← مطمئن	✓ ← غیرمطمئن

تمرین ۱-۱

عدد اتمی اورانیوم $Z = ۹۲$ است. بار الکتریکی هسته اتم اورانیوم چقدر است؟ مجموع بار الکتریکی الکترون‌های اتم اورانیوم (خنثی) چه مقدار است؟ بار الکتریکی اتم اورانیوم (خنثی) چقدر است؟

روش‌های باردار کردن اجسام

۱) مالش ۲) القای الکتریکی ۳) تماس

۱) مالش

با مالش دادن سطح دو جسم به هم، تعدادی الکترون از یک جسم به جسم دیگر می‌رود و در دو جسم باری و به وجود می‌آید.

نکات مهم در مورد مالش:

- (۱) هم برای اجسام رسانا و هم نارسانا کاربرد دارد.
- (۲) در اجسام رسانا بار در همه قسمت‌ها پخش می‌شود اما در اجسام نارسانا بار فقط در محل مالش باقی خواهد ماند.
- (۳) بهترین روش برای باردار کردن اجسام است.

سری الکتریسته مالشی (سری تریبو الکتریک)

در این جدول مواد پایین‌تر، الکترون‌خواهی دارند؛ یعنی اگر دو ماده در این جدول در مالش با یکدیگر قرار گیرند، الکترون‌ها از ماده جدول به ماده‌ای که قرار دارد، منتقل می‌شود.

انتهای مثبت سری
شیشه
پشم
ابریشم
پلاستیک
انتهای منفی سری

سوال: یک میله پلاستیکی را با پارچه ابریسمی و یک میله شیشه‌ای را با پارچه پشمی مالش می‌دهیم. بار میله پلاستیکی و میله شیشه‌ای به ترتیب و هست و این دو میله همدیگر را دفع

سوال: در اثر مالش دو جسم خنثای N و Q، 4×10^8 الکترون بین دو جسم منتقل می‌شود. با توجه به سری الکتریسته مالشی شکل روبه‌رو، بار جسم Q پس از مالش برابر چند نانوکولن می‌شود؟ همچنین اگر دو جسم خنثای M و N را در فرایندی مشابه مالش دهیم، تعداد الکترون‌های جابه‌جاشده را با حالت قبل (مالش N و Q) مقایسه کنید. ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

سوال: چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

الف) در روش مالش بین دو جسم، همواره بار یک جسم مثبت و بار جسم دیگر منفی می‌شود.

ب) اگر دستمان را با موهای سرمان مالش دهیم، پروتون‌ها از پوست دست به موی سر منتقل می‌شوند.

پ) وقتی دو میله پلاستیکی را با پارچه کتان مالش می‌دهیم، دو میله بار برابر می‌گیرند.

ت) اگر یک بادکنک پلاستیکی را با بدن گربه‌ای مالش دهیم، موهای گربه به دلیل گرفتن بار منفی برافراشته می‌شوند.

سری الکتریسته مالشی
انتهای مثبت سری
موی انسان
موی گربه
پوست انسان
پارچه کتان
پلاستیک
انتهای منفی سری

(۴) ۴

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

سوال: چهار جسم A، B، C و D را در اختیار داریم. اگر جسم A و C را با جسم B مالش دهیم، پس از مالش، جسم A و C یکدیگر را جذب می کنند. اما اگر همین دو جسم را با جسم D مالش دهیم، همدیگر را دفع می کنند. با توجه به این اتفاق، سری الکتریسیته مالشی (تربوالکتریک) این اجسام به چه صورت هایی می تواند باشد؟

سوال: بار الکتریکی دو جسم A و B یکسان است. اگر به کمک مالش $6/25 \times 10^{12}$ الکترون از جسم A به جسم B منتقل شود، بزرگی بار جسم A، دو برابر بار جسم B می شود. پس از انتقال این بار، بار جسم B چند میکروکولن می شود؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

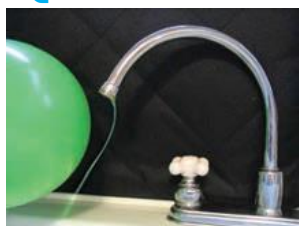
«سری Z»

- (۱) -۲ (۲) -۳ (۳) ۳ (۴) ۲

سوال: دو میله مشابه A و B از جنس کهریا در اختیار داریم. میله A را به پارچه ابریشمی خنثی و میله B را به پارچه پشمی خنثی به یک اندازه مالش می دهیم. اگر q_A و q_B به ترتیب بار میله های A و B باشند، کدام گزینه درست است؟ (در سری تربوالکتریک به ترتیب پشم، ابریشم و کهریا به انتهای مثبت سری نزدیک تر هستند.)

- (۱) q_A و q_B هر دو منفی هستند و $|q_A| < |q_B|$ (۲) q_A و q_B هر دو منفی هستند و $|q_A| > |q_B|$ (۳) q_A و q_B هر دو مثبت هستند و $q_A < q_B$ (۴) q_A و q_B هر دو مثبت هستند و $q_A > q_B$

سوال: بادکنکی را به موی سر مالش می دهیم تا باردار شود. سپس مطابق شکل، بادکنک را به آب خروجی از یک لوله نزدیک می کنیم. در این صورت بادکنک، آب را می کند، زیرا



- (۱) جذب- آب از طریق القای الکتریکی باردار می شود.
 (۲) جذب- مولکول های قطبی آب به گونه ای مرتب می شوند که قطب ناهم نام آن ها در فاصله کمتری از بادکنک قرار می گیرد.
 (۳) دفع- آب از طریق القای الکتریکی باردار می شود.
 (۴) دفع- مولکول های قطبی آب به گونه ای مرتب می شوند که قطب ناهم نام آن ها در فاصله کمتری از بادکنک قرار می گیرد.

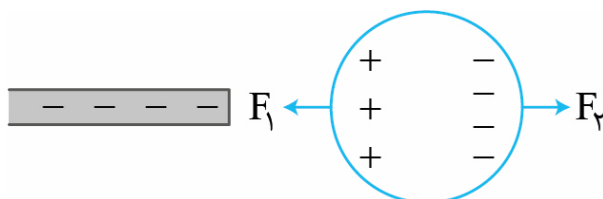
۲) القای الکتریکی

ایجاد بار الکتریکی در یک جسم بدون تماس جسم باردار با آن را القای الکتریکی می‌گویند.

چند نکته مهم در مورد القای الکتریکی:

۱) اساس آن این است که بارهای هم‌نام

۲) در القا همواره جسم القاکننده و القاشونده همدیگر را می‌کنند. رسم شکل:



۳) ایجاد بار الکتریکی در جسم رسانا با کمک روش القا:

الف) استفاده از دو جسم رسانای متصل به هم:

نتیجه: اجسام نزدیک و دور نسبت به هیله باردار، به ترتیب بار و هیله خواهند گرفت.

ب) با کمک اتصال به زمین:

نتیجه: در این حالت بار ایجاد شده در جسم رسانا قطعاً بار هیله است.

نکته: در مورد اتصال به زمین به دو مورد توجه شود:

۱) تفاوتی ندارد کجای جسم به زمین وصل شود.

۲) توجه شود بارهای هم‌نام دوست دارند بیشترین فاصله را از هم داشته باشند (این مورد اساس جهت حرکت الکترون‌ها در اتصال به زمین است).

۳) در اجسام نارسانا پدیده القای الکتریکی رخ می‌دهد (با آرایش دوقطبی‌های الکتریکی) اما نمی‌توان آن‌ها را با کمک القای دیگری باردار کرد.

نکته: در اجسام نارسانا الکترون آزاد وجود و در نتیجه الکترون درون جسم جابه جا و القاء فقط درون اتم ها (مولکول ها) رخ می دهد. (ایجاد دوقطبی الکتریکی)

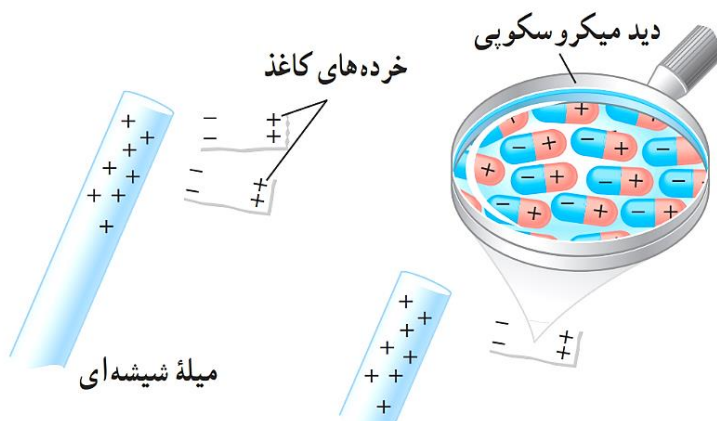
نکته: همه اجسام (چه رسانا و چه نارسانا) دچار القای الکتریکی می شوند اما فقط اجسام هستند که می توانند از این طریق باردار شوند. اجسام نارسانا با روش باردار می شوند.

نکته: چه در اجسام رسانا و چه نارسانا در القای الکتریکی اجسام القاکننده و القاشونده همدیگر را می ربایند.

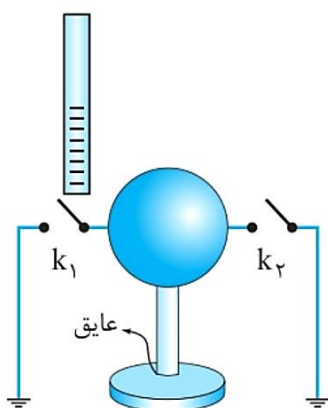
نکته: به دلیل وجود الکترون آزاد، اجسام رسانا نسبت به نارسانا، القای شدیدتری دارند. یعنی نیروی الکتریکی بین دو جسم القاکننده و القاشونده در هنگامی که از جسم رسانا استفاده می شود قوی تر از زمانی است که از جسم نارسانا استفاده می شود.

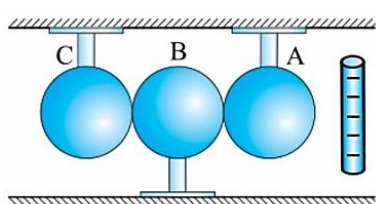
مثال برای القای الکتریکی:

- ۱) جذب خرده کاغذها توسط میله باردار: با کمک ایجاد دوقطبی در ذرات خرده کاغذها
- ۲) انحراف باریکه آب توسط بادکنک باردار: باریکه آب به سمت بادکنک منحرف می شود.



سوال: در شکل مقابل، میله ای با بار منفی را به یک کره رسانا و خنثی نزدیک کرده ایم. اگر کلید k_1 باز و کلید k_2 بسته باشد، نوع بار کره و اگر کلید k_2 باز و کلید k_1 بسته باشد، نوع بار کره خواهد بود. **«نردبام»**



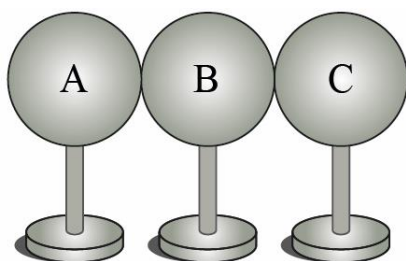


سوال: مطابق شکل سه گلوله فلزی A، B و C در تماس با هم قرار دارند. اگر میله باردار را به گلوله A نزدیک کنیم و سپس گلوله B را از گلوله های A و C دور کنیم، بار گلوله های B و C چه خواهد بود؟

سوال: سه جسم A، B و C را دو به دو به یکدیگر نزدیک می کنیم. وقتی A و B به یکدیگر نزدیک می شوند، همدیگر را با نیروی الکتریکی جذب می کنند و اگر B و C را به یکدیگر نزدیک کنیم، یکدیگر را با نیروی الکتریکی دفع می کنند. کدام یک از گزینه های زیر می تواند درست باشد؟

«تجربی خارج ۹۰»

- (۱) A و C بار هم نام و هم اندازه دارند.
 (۲) B و C بار غیرهم نام دارند.
 (۳) B بدون بار و C باردار است.
 (۴) A بدون بار و B باردار است.



سوال: در شکل زیر، سه کره رسانای مشابه بدون بار A، B و C که بر روی پایه های عایقی سوارند، با یکدیگر تماس دارند. میله ای با بار مثبت را به کره A نزدیک و تماس کره C را با دو کره دیگر قطع می کنیم. در نهایت، میله را دور و سپس کره های A و B را نیز از هم جدا می کنیم. اگر بار ایجاد شده در کره A برابر $2\mu\text{C}$ باشد، بار کره های B و C به ترتیب (از راست به چپ) چند میکروکولن است؟

«نردبام»

- (۱) $+2, -2$ (۲) $+4, -2$ (۳) صفر، $+2$ (۴) صفر، -2

سوال: کره های فلزی مشابه A، B و C، به ترتیب دارای بار الکتریکی خالص و مثبت q_A, q_B, q_C هستند. در ابتدا کره های A و B را به هم تماس داده و از هم جدا می کنیم، سپس کره A را به کره C تماس می دهیم. اگر تعداد الکترون های جابه جا شده بین کره های A و B، برابر با تعداد الکترون های جابه جا شده بین کره های A و C باشد، کدام رابطه صحیح است؟ ($q_C < q_B, q_A$)

«IQ جامع- پیشرفته»

- (۱) $2q_C = q_A + q_B$ (۲) $2q_C = q_A - q_B$
 (۳) $2q_C = 3q_B - q_A$ (۴) $2q_C = 3q_B + q_A$

۳) تماس

در این روش با تماس فیزیکی بین اجسام رسانا، بار الکتریکی در آن‌ها جابه‌جا می‌شود.

چند نکته در مورد تماس:

۱) در این روش اجسام نارسانا باردار (عایق‌اند).

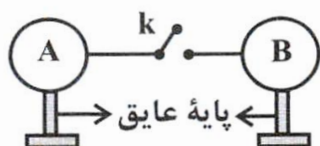
۲) براساس قانون پایستگی بار الکتریکی، پس از تماس، مجموع دو بار با حالت قبل برابر

۳) اگر دو کره فلزی مشابه را با هم تماس دهیم، بار نهایی هر دو یکسان می‌شود و میانگین بار اولیه هر دو است.

۴) اگر دو کره فلزی غیرمشابه و باردار را با هم تماس دهیم، بار نهایی آن‌ها یکسان (بار به نسبت شعاع‌ها تقسیم می‌شود).

سوال: در شکل زیر، بار اولیه کره‌های مشابه و رسانای A و B برابر با $q_A = 2\mu C$ و $q_B = 12\mu C$ است. اگر کلید k را ببندیم، الکترون و از جابه‌جا می‌شود. (فرض کنید هیچ بار الکتریکی بر روی سیم قرار

نگیرد و $e = 1.6 \times 10^{-19} C$)



«سه سطحی- قلم‌چی»

سؤال: در همه حالات زیر، ۵۰ درصد از بار q_1 را برداشته و به q_2 اضافه می‌کنیم. بار نهایی هر کدام را محاسبه کنید. (دو جسم کروی مشابه و رسانا هستند).

الف) اگر $q_1 = 10\mu C$ و $q_2 = 10\mu C$:

ب) اگر $q_1 = -10\mu C$ و $q_2 = 10\mu C$:

پ) اگر $q_1 = -10\mu C$ و q_2 خنثی باشد:

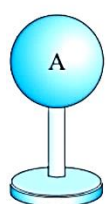
ت) اگر $q_1 = -10\mu C$ و $q_2 = 20\mu C$ باشد و آن‌ها را تماس دهیم:

سوال: کره‌های رسانای A و B به ترتیب حامل بار $+8\mu\text{C}$ و $-2\mu\text{C}$ هستند و کره رسانای C خنثی است. کره‌های A و C را با هم تماس داده، از هم جدا می‌کنیم؛ سپس کره C را به کره B تماس داده، جدا می‌کنیم. بار الکتریکی نهایی کره‌های A و B به ترتیب از راست به چپ چند میکروکولن است؟ (کره‌ها مشابه‌اند).

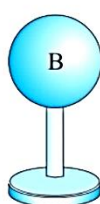
- (۱) $+2, +2$ (۲) $+2, +4$ (۳) $+1, +4$ (۴) $+1, +2$

سوال: دو کره رسانای مشابه و باردار A و B، با بارهای $q_A > 0$ و $q_B < 0$ مطابق شکل (الف) مفروض است. این دو کره را مطابق شکل (ب) به یکدیگر تماس داده و از هم دور می‌کنیم. سپس مطابق شکل (پ) میله نارسانا با بار q_C را به کره A نزدیک کرده، برای لحظه‌ای کلید را بسته و سپس باز و در انتها میله را دور می‌کنیم. اگر پس از انجام این اعمال، بار کره A منفی و بار کره B مثبت شود، کدام گزینه صحیح است؟

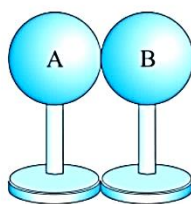
«نزدبام»



(الف)



(ب)



(پ)

(۲) $|q_A| > |q_B|$ و q_C مثبت است.

(۴) $|q_A| < |q_B|$ و q_C مثبت است.

(۱) $|q_A| > |q_B|$ و q_C منفی است.

(۳) $|q_A| < |q_B|$ و q_C منفی است.

الکتروسکوپ



(ب) جسمی باردار را به کلاهک الکتروسکوپ بدون بار نزدیک کرده یا تماس داده ایم.



(الف) تصویری از یک الکتروسکوپ درجه‌بندی شده بدون بار

کاربردهای الکتروسکوپ (برق‌نما)

۱) تشخیص وجود بار الکتریکی در یک جسم: اگر یک میله یا یک جسم به الکتروسکوپ خنثی نزدیک شود

۲) تشخیص نوع بار یک جسم: جسمی با بار نامعلوم را از دور به یک الکتروسکوپ با بار مثبت نزدیک می‌کنیم (تا فاصله بسیار نزدیک به آن):

الف) اگر بار جسم مثبت باشد

ب) اگر بار جسم منفی باشد

پ) اگر جسم بدون بار باشد

۳) تشخیص رسانا یا نارسانا بودن یک جسم: اگر بدون دستکش یک میله را به الکتروسکوپ باردار متصل کنیم:

الف) اگر میله رسانا باشد

ب) اگر میله نارسانا باشد

نکته: برای باردار کردن الکتروسکوپ بدانید که در روش القا، بار الکتروسکوپ بار جسم القاکننده و در روش تماس، بار الکتروسکوپ بار جسم رسانا است.

سؤال: در مورد الکتروسکوپ (برق‌نما) به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف) اگر جسمی با بار منفی را به الکتروسکوپ خنثی نزدیک کنیم، بار کلاهک و ورقه‌ها را بنویسید. برعکسش چی؟

ب) در مثال الف، اگر کلاهک را با سیم رسانا به زمین وصل کنیم، جهت جریان الکترون‌ها را بنویسید؛ جهت جریان پروتون‌ها را همین‌طور!

پ) در مثال ب، اگر به ترتیب ابتدا اتصال با زمین قطع شود و سپس جسم باردار از کلاهک دور شود، فاصله ورقه‌ها چگونه تغییر می‌کند؟ بار ورقه‌ها و کلاهک چیست؟

سؤال: کلاهک یک الکتروسکوپ با بار مثبت را با یک میله رسانا تماس می‌دهیم و مشاهده می‌شود فاصله تیغه‌های

الکتروسکوپ تغییر می‌کند. کدام گزینه در مورد میله رسانا درست است

«تألیفی»

۱) حتماً خنثی است.

۲) حتماً دارای بار الکتریکی منفی است.

۳) می‌تواند بار مثبت داشته باشد.

۴) یا خنثی است یا بار منفی دارد.

سوال: میله‌ای با بار الکتریکی مثبت را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. ورقه‌های الکتروسکوپ نخست بسته و سپس از هم باز می‌شوند. بار الکتریکی قبلی الکتروسکوپ از چه نوع بوده است؟ **«کنکور قدیمی»**

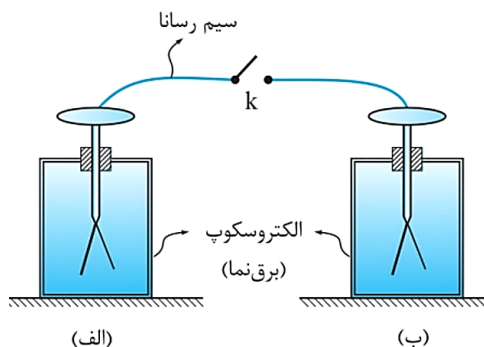
(۱) مثبت (۲) منفی (۳) خنثی یا مثبت (۴) منفی یا خنثی

انتهای مثبت سری
سرب
ابریشم
چوب
نقره
پلاستیک
انتهای منفی سری

سوال: میله‌ای را با پارچه ابریشمی مالش داده و آن را از فاصله دور و به تدریج به کلاهک الکتروسکوپ بارداری نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که زاویه بین ورقه‌های الکتروسکوپ کاهش می‌یابد. باتوجه به سری تریبوالکتریک مقابل، به ترتیب جنس میله و با اولیه الکتروسکوپ کدام می‌تواند باشد؟

- (۱) چوب - منفی (۲) سرب - مثبت
(۳) پلاستیک - منفی (۴) نقره - مثبت

سوال: الکتروسکوپ در شکل (الف)، به کمک میله شیشه‌ای مالش داده شده با ابریشم و الکتروسکوپ مشابه در شکل (ب)، به کمک یک میله پلاستیکی مالش داده شده با پشم، از راه تماس باردار شده‌اند و ورقه‌های آن‌ها باز هستند. اگر کلید k را ببندیم، کدام حالت زیر، نمی‌تواند رخ دهد؟ **«نردبام»**

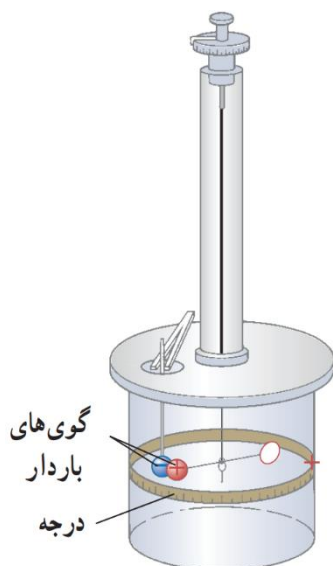


- (۱) ورقه‌های هر دو الکتروسکوپ کاملاً روی هم بخوابند.
(۲) ورقه‌های یک الکتروسکوپ روی هم بخوابند و ورقه‌های الکتروسکوپ دیگر تغییر نکند.
(۳) ورقه‌های هر دو الکتروسکوپ کمتر از اندازه اولیه‌شان باز بمانند.
(۴) ورقه‌های یک الکتروسکوپ ابتدا بسته و سپس باز و ورقه‌های الکتروسکوپ دیگر اندکی بسته‌تر شوند ولی هنوز باز بمانند.

قانون کولن

بارهای الکتریکی بر هم نیروی الکتریکی وارد می‌کنند؛ اگر بار دو جسم هم‌نام باشد این نیرو و اگر ناهم‌نام باشد این نیرو است.

آزمایش کولن (ترازوی پیچشی کولن): با کمک این آزمایش توانست عوامل مؤثر بر نیروی الکتریکی و در نهایت رابطه محاسبه این نیرو را بیابد.



شکل ۱-۷ ترازوی پیچشی کولن. در یک سر یک میله نارسانای سبک افقی یک گوی باردار مثبت کوچک و در سر دیگر آن، یک قرص قرار دارد و میله از وسط توسط یک رشته سیم کشسان و نازک آویخته شده است. یک گوی با بار منفی از حفره‌ای به داخل استوانه شیشه‌ای برده می‌شود. درجه‌هایی بر سطح استوانه حک شده است که زاویه چرخش میله را نشان می‌دهد. نیروی مؤثر بین این بارها از اندازه‌گیری زاویه چرخش تا رسیدن به حالت تعادل به دست می‌آید.

بیان قانون کولن: اندازه نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار نقطه‌ای که در راستای خط واصل آن‌ها اثر می‌کند، با حاصل ضرب بزرگی آن‌ها متناسب است و با مربع فاصله بین آن‌ها نسبت وارون دارد:

فرمول:

یکای ثابت کولن (ثابت الکتروستاتیکی):

ثابت کولن با کمک ضریب گذردهی الکتریکی خلأ:

فرمول مقایسه‌ای:

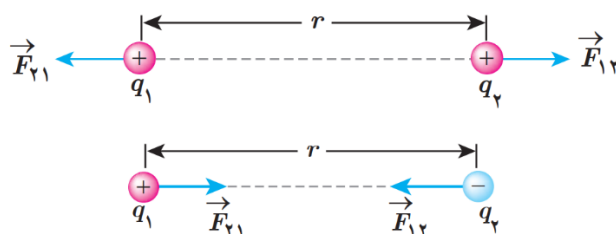
بار نقطه‌ای: اگر فاصله بین دو جسم باردار آن قدر زیاد باشد که بتوان از ابعاد آن‌ها صرف‌نظر کرد، می‌توان دو جسم را به صورت ذره‌های باردار (بار نقطه‌ای) در نظر گرفت.

نکته: نیرویی که بارهای الکتریکی بر هم وارد می‌کنند، کنش و واکنش‌اند (قانون سوم نیوتون). زیرا:
الف) هم‌راستا هستند. **ب)** خلاف جهت هم‌اند. **پ)** هم‌اندازه‌اند. **ت)** بر دو جسم مختلف وارد می‌شوند.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow F_{12} = F_{21} = F$$

الف) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی همنام، دافعه است.

ب) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی ناهمنام، جاذبه است.



نکته: با توجه به رابطه کولن ($F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$) نمودار F-r یا نمودار نیروی کولنی برحسب فاصله دو ذره باردار معین

مطابق شکل روبه‌رو است: (همین طور که می‌بینید با n برابر شدن فاصله، نیروی کولنی $\frac{1}{n^2}$ برابر می‌شود.)

سوال: یکای k (ثابت کولن) و یکای ϵ_0 (ضریب گذردهی الکتریکی خلأ) در SI به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

سوال: دو بار نقطه‌ای از فاصله 3 cm با نیروی 20 N یکدیگر را جذب می‌کنند. اگر بار یکی از آن‌ها $+4\mu\text{C}$ باشد، بار

الکتریکی دیگری چند میکروکولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

سوال: بار الکتریکی 5 میکروکولنی را در چند سانتی‌متری از بار 4 میکروکولنی قرار دهیم تا بر آن نیروی 18 نیوتونی

وارد کند؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$) «کنکور قدیمی»



سوال: دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 5q_1$ در فاصله ۳ متری هم قرار دارند و نیروی دافعه $2 \times 10^{-6} \text{ N}$ به یکدیگر وارد می‌کنند. q_1 چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$ «تجربی خارج ۹۱»

سوال: نیروی الکتریکی بین دو بار مثبت که در فاصله 6 cm از هم قرار دارند، 25 N است. اگر تفاضل دو بار $30 \mu\text{C}$ باشد، بار هر کدام چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

(۱) ۳۶ و ۶ (۲) ۴۰ و ۱۰ (۳) ۵۰ و ۲۰ (۴) ۶۰ و ۳۰

سوال: دو ذره A و B در مجاورت هم قرار می‌گیرند و تحت تأثیر نیروی الکتریکی متقابلی که بینشان ایجاد می‌شود، شتاب می‌گیرند. اگر شتاب ذره A دو برابر ذره B و بار الکتریکی آن نصف ذره B باشد، جرم جسم A چند برابر جرم جسم B است؟

(۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۴

سوال: در اتم گوگرد (16S)، الکترون در مسیر دایره‌ای به شعاع متوسط $4/8 \times 10^{-11}$ به دور هسته می‌چرخد. نیروی الکتریکی وارد بر این الکترون از طرف هسته تقریباً چند نیوتون است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}, e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C})$

سوال: با وجود این که در داخل هسته پروتون‌ها در فاصله کمی از هم قرار دارند، دلیل پایداری هسته وجود یک نیروی به نام نیروی است.

سوال: اگر اندازه بارهای هر یک از دو بار الکتریکی نقطه‌ای را ۳ برابر کنیم و فاصله بین آن‌ها را نیز ۳ برابر کنیم، نیروی الکتریکی بین آن‌ها چند برابر می‌شود؟

«ریاضی ۹۸»

سوال: بار الکتریکی ۸ میکروکولنی از فاصله ۲ بر بار ۲ میکروکولنی نیروی F وارد می‌کند. بار ۲ میکروکولنی از چه فاصله‌ای بر بار ۸ میکروکولنی نیرویی به اندازه $2F$ را وارد می‌کند؟

«کنکور قدیعی»

$$\begin{array}{llll} 2r \quad (1) & \sqrt{2}r \quad (2) & \frac{1}{2}r \quad (3) & \frac{\sqrt{2}}{2}r \quad (4) \end{array}$$

سوال: دو ذره با بارهای الکتریکی q_1, q_2 در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از یکدیگر ثابت شده‌اند و بر هم نیروی F وارد می‌کنند. فاصله این دو بار الکتریکی را چند درصد کاهش دهیم تا بر هم نیروی $\frac{25}{16}F$ وارد کنند؟

$$\begin{array}{llll} 20 \quad (1) & 36 \quad (2) & 64 \quad (3) & 80 \quad (4) \end{array}$$

سوال: بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 6\mu C$ و $q_2 = 3\mu C$ در فاصله ۳ سانتی‌متری هم قرار دارند. فاصله این دو بار را چند cm و چگونه تغییر دهیم تا اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار ۱۶۰ نیوتون کاهش یابد؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)

$$\begin{array}{llll} 3, \text{افزایش} \quad (1) & 6, \text{کاهش} \quad (2) & 6, \text{افزایش} \quad (3) & 3, \text{کاهش} \quad (4) \end{array}$$

سوال: دو بار الکتریکی مثبت با اندازه بزرگ‌تر از یک میکروکولن، در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر به هر دو بار، بار الکتریکی $1\mu C$ اضافه کنیم، نیروی الکتریکی بین دو بار، $5/5$ نیوتون افزایش می‌یابد. اگر از هر دو بار، بار الکتریکی $1\mu C$ را کم کنیم، نیروی الکتریکی بین دو بار چند نیوتون کاهش می‌یابد؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)

«IQ جامع- پیشرفته»

$$\begin{array}{llll} 5/5 \quad (1) & 3/3 \quad (2) & 7/7 \quad (3) & 1/1 \quad (4) \end{array}$$

سوال: دو بار الکتریکی هم‌اندازه و هم‌نام q_1 و q_2 در فاصله معینی از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر مطابق شکل زیر یک میله رسانا بین دو بار و نزدیک‌تر به بار q_2 قرار بگیرد، نیروی الکتریکی وارد بر بارهای q_1 و q_2 به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

«نزدبام»



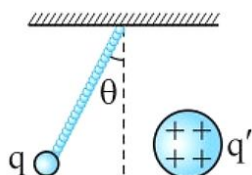
(۲) افزایش، افزایش

(۱) کاهش، کاهش

(۴) افزایش، کاهش

(۳) ثابت، ثابت

سوال: بار نقطه‌ای q را مطابق شکل، از نقطه‌ای می‌آویزیم. یک دفعه کره‌ای رسانا با بار q' و دفعه دیگر کره‌ای نارسانا با بار q' را به آن نزدیک می‌کنیم. توزیع بار کره نارسانا یکنواخت است. کره‌ها هم‌اندازه‌اند و q و q' هر دو مثبت‌اند. در هر دو حالت، بار q دفع می‌شود. زاویه انحراف θ در کدام حالت بیشتر است؟



«العبيد فیزیک»

(۱) با کره رسانا

(۲) با کره نارسانا

(۳) در هر دو حالت یکی است.

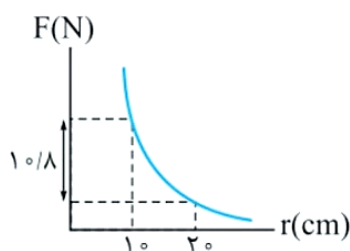
(۴) اظهارنظر قطعی ممکن نیست.

سوال: دو جسم باردار در فاصله معینی از یکدیگر قرار دارند. اندازه نیروی الکتریکی بین دو جسم باردار به هنگام همنام و ناهمنام بودن بار آن‌ها مقایسه کنید؛ اگر:

الف) دو جسم باردار، ذره باشند (بار نقطه‌ای):

ب) دو جسم باردار، کره رسانا باشند (غیرنقطه‌ای):

سوال: نمودار نیرو برحسب فاصله دو ذره با بارهای q_1 و q_2 مطابق شکل روبه‌رو



است اگر $\frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{1}{4}$ باشد، $|q_2|$ چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

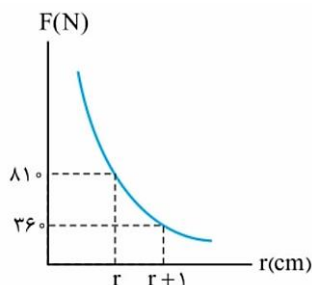
(۴) ۸

(۳) ۴

(۲) ۲

(۱) ۱

سوال: نمودار اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای و مشابه q بر حسب فاصله بین آن‌ها مطابق شکل روبه‌رو است. اندازه هر یک از بارها چند میکروکولن است؟



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

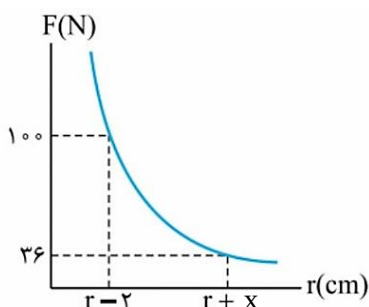
۶ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

$2\sqrt{2}$ (۱)

سوال: نمودار اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای $q_1 = 8\mu C$ و $q_2 = 5\mu C$ بر حسب فاصله بین آن‌ها مطابق شکل مقابل است. x چند سانتی‌متر است؟



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

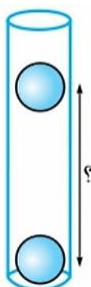
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

سوال: در شکل روبه‌رو دو گلوله کوچک مشابه که بار الکتریکی هر یک $-8\mu C$ است، درون یک استوانه در حال تعادل‌اند. اگر نیرویی که سطح پایینی استوانه به گلوله پایینی اثر می‌دهد، $1/8 N$ باشد، فاصله دو گلوله از هم چند سانتی‌متر است؟ ($K = 9 \times 10^9 N.m^2/C^2$) و اصطکاک بین گلوله‌ها و سطح داخلی استوانه ناچیز است.



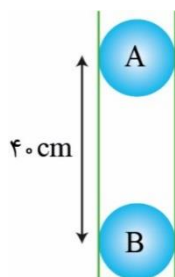
۸۰ (۴)

۴۰ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

سوال: در شکل زیر دو گلوله مشابه هر کدام به جرم $100g$ و بار الکتریکی $4\mu C$ در یک لوله نارسای قائم در حال تعادل هستند. بزرگی نیروی اصطکاک بین گلوله A و سطح داخلی لوله چند نیوتون



«سه‌سطحی- قلم‌چی»

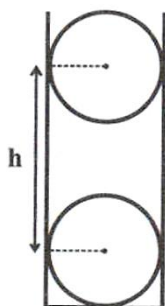
$$(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2} \text{ و } g = 10 \frac{N}{kg})$$

۴ صفر

۰/۱ (۳)

۰/۹ (۲)

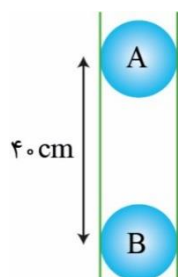
۱ (۱)



سوال: کف لوله شیشه‌ای شکل زیر حداکثر می‌تواند نیرویی به بزرگی 4 N را تحمل کند. اگر دو گلوله کوچک یکسان با بارهای $+3\mu\text{C}$ را به آرامی درون لوله قرار دهیم و بعد از ایجاد تعادل، کف لوله نشکند، کمترین فاصله بین مراکز دو گلوله چند سانتی‌متر می‌تواند باشد؟

«سه سطحی - قلم‌چی» $(K=9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2)$ و از تمام اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود.

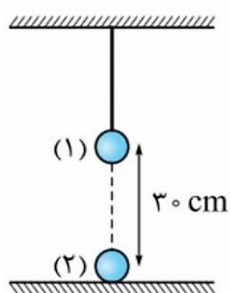
- (۱) $3\sqrt{5}$ (۲) $9\sqrt{5}$ (۳) $4/5\sqrt{10}$ (۴) $9\sqrt{2}$



سوال: در شکل روبه‌رو، دو گلوله باردار مشابه A و B به جرم 1 g در یک لوله شیشه‌ای و در فاصله 40 سانتی‌متری از یکدیگر در حال تعادل قرار دارند. اگر سطح تماس گلوله B با لوله 5 mm^2 باشد، فشار حاصل از گلوله بر سطح شیشه چند کیلوپاسکال است؟ $(g = 10 \text{ m/s}^2)$

«نردبام»

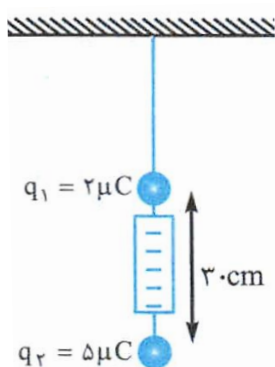
- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۲۰ (۴) ۴۰



سوال: در شکل روبه‌رو، بار الکتریکی دو ذره (۱) و (۲) به ترتیب $-2\mu\text{C}$ و $5\mu\text{C}$ است. اگر جرم ذره (۱) و (۲) به ترتیب 50 g و 200 g باشد، نیروی کشش نخ متصل به جسم (۱) چند برابر نیروی عمودی سطح وارد بر جسم (۲) است؟ $(g = 10 \text{ N/kg}, k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

«تالیفی»

- (۱) ۱ (۲) $1/5$ (۳) ۲ (۴) $2/5$



سوال: مطابق شکل زیر، دو گلوله کوچک هم جرم با بارهای $q_1 = 2\mu C$ و $q_2 = 5\mu C$ با نیروسنجی به هم وصل شده و در حال تعادل اند. اگر عددی که نیروسنج بین دو گلوله نشان می دهد، $3N$ باشد، جرم هر گلوله چند گرم است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و $k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$ و از جرم

نخها صرف نظر شود.)

نخها صرف نظر شود.)

۵۰۰ (۴)

۲۵۰ (۳)

۲۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

مرور بردارهای یکه

سوال: بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 به بار الکتریکی نقطه‌ای q_2 که در فاصله d از آن قرار دارد، نیروی الکتریکی $\vec{F} = 4\vec{i} - 3\vec{j}$ (در SI) را وارد می کند. مطلوب است:

الف) اگر دو بار همنام باشند و q_2 در مبدأ مختصات باشد، راستا و محل تقریبی بار q_1 را مشخص کنید.

ب) اگر دو بار ناهمنام باشند و q_2 در مبدأ مختصات باشد، راستا و محل تقریبی بار q_1 را مشخص کنید.

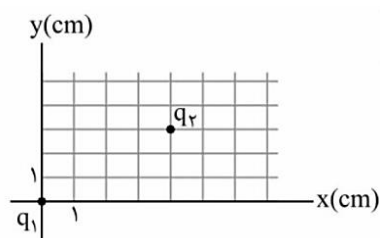
پ) اگر دو بار همنام باشند، نیروی الکتریکی که q_2 به q_1 وارد می کند را برحسب بردارهای یکه بنویسید.

پ) اگر دو بار ناهمنام باشند، نیروی الکتریکی که q_2 به q_1 وارد می کند را برحسب بردارهای یکه بنویسید.

ت) اگر بار q_1 را $\frac{5}{d}$ به q_2 نزدیک کنیم، نیرویی که به q_2 وارد می شود را بر حسب بردارهای یکه بنویسید.

ث) اگر فقط اندازه هر یک از بارها ۲ برابر شود، نیرویی که بار q_2 به بار q_1 وارد می کند در SI، کدام است؟

- (۱) $6\vec{i} - 8\vec{j}$ (۲) $-6\vec{i} + 8\vec{j}$ (۳) $-12\vec{i} + 16\vec{j}$ (۴) $12\vec{i} - 16\vec{j}$



سوال: دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 5\mu C$ ، q_2 مطابق شکل مقابل در صفحه xy

ثابت شده‌اند. اگر نیرویی که بار q_1 به بار q_2 وارد می کند در SI به صورت

$\vec{F} = -24\vec{i} - 18\vec{j}$ باشد، q_2 بر حسب میکروکولن کدام است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)

سوال: بار q در فاصله‌های یکسانی از بارهای q_1 و q_2 قرار دارد و بار q_1 را با نیروی $\vec{F}_1 = 5\vec{i} + 5\vec{j}$ دفع و بار q_2 را با

نیروی $\vec{F}_2 = 6\vec{i} + 8\vec{j}$ جذب می کند. $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟ (نیروها بر حسب نیوتون هستند.) «نردبام»

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

سوال: فاصله بار الکتریکی نقطه‌ای q_3 از دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 برابر با d و نیروی وارد بر هر یک از این

بارها از طرف بار q_3 در SI به صورت $\vec{F}_{31} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ و $\vec{F}_{32} = -6\vec{i} - 8\vec{j}$ می باشد. حاصل $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟ (دو بار q_1 و

q_2 در یک مکان قرار ندارند.) «سه سطحی- قلم چی»

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

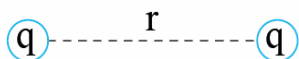
برداشتن یک بار و افزودن به دیگری

در این گونه سوالات مهم ترین عاملی که باید به آن توجه کنیم، علامت بارها است.

سؤال: دو بار هم اندازه Q در فاصله r بر هم نیروی F وارد می کنند. اگر 10% درصد از بار یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم و در همان فاصله قرار دهیم، نیروی الکتریکی بین آن ها چند درصد و چگونه تغییر می کند؛ اگر: **الف)** نیروی اولیه بین آن ها دافعه باشد:

ب) نیروی اولیه بین آن ها جاذبه باشد:

تکنیک: اگر دو بار یکسان q داشته باشیم و $x\%$ درصد از یکی را به دیگری انتقال دهیم، در همان فاصله نیروی جدیدی که به هم وارد می کنند برابر حالت اولیه می شود. (x را بر حسب درصد جایگذاری می کنیم.)



تکنیک: اگر دو بار هم اندازه و ناهم نام $\pm q$ داشته باشیم و $x\%$ درصد از یکی را به دیگری انتقال دهیم، در همان فاصله نیروی جدید برابر حالت اولیه می شود (به دلیل خنثی سازی):



سؤال: دو بار نقطه‌ای q و $2q$ در فاصله r همدیگر را جذب می‌کنند. اگر 50% درصد از بار کوچک‌تر را به بار بزرگ‌تر انتقال دهیم و فاصله بین آن‌ها را نصف کنیم، نیروی بین دو بار چگونه تغییر می‌کند؟ «تألیفی»

(۱) 50% درصد کاهش می‌یابد. (۲) 25% درصد کاهش می‌یابد.

(۳) 25% درصد افزایش می‌یابد. (۴) 50% درصد افزایش می‌یابد.

سؤال: دو بار نقطه‌ای q و $2q$ در فاصله r از یکدیگر قرار دارند و یکدیگر را جذب می‌کنند. 20% درصد از بار بزرگ‌تر را به بار کوچک‌تر انتقال می‌دهیم و فاصله آن‌ها را نیز 2 برابر می‌کنیم. در این صورت نیروی بین آن‌ها چند درصد کاهش می‌یابد؟ «تألیفی»

(۱) 12% درصد (۲) 76% درصد (۳) 52% درصد (۴) 88% درصد

سوال: فرض می‌کنیم دو بار مثبت Q که در یک فاصله معین قرار دارند، نیرویی برابر F به یکدیگر وارد می‌کنند. چند درصد یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم تا در همان فاصله نیروی بین آن‌ها برابر $\frac{15}{16}F$ گردد؟

«کنکور قدیمی» (۱) 15% (۲) 16% (۳) 20% (۴) 25%

سوال: در سوال قبل اگر بارها ناهمنام باشند، پاسخ چه خواهد شد؟ ($\sqrt{15} = 3/9$)

سوال: مطابق شکل زیر، بارهای الکتریکی مثبت و هم‌اندازه q در جای خود ثابت شده‌اند و به یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی F وارد می‌کند. اگر تعدادی الکترون از جسم A به جسم B منتقل کنیم تا بار جسم B برابر $2q$ شود، در این صورت بزرگی نیرویی که دو ذره به هم وارد می‌کنند، چند برابر F می‌شود؟ **«تجربی خارج ۱۴۰۰»**



سوال: نیرویی که دو بار نقطه‌ای $+q$ در فاصله r به یکدیگر وارد می‌کنند، برابر $F = 640\text{N}$ است. اگر بار $2\mu\text{C}$ را از یکی کم کرده و همان مقدار را به دیگری اضافه کنیم، نیروی جدید F' در همان فاصله برابر 600N می‌شود. بار q چند میکروکولن بوده است؟ **«کنکور قدیمی»**

- (۱) ۱۲ (۲) ۸ (۳) ۶ (۴) ۴

سوال: دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 2q_1$ در فاصله r از هم قرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می‌کنند. چند درصد از بار q_2 را به q_1 منتقل کنیم تا در همان فاصله، نیروی دافعه بین بارهای الکتریکی بیشینه شود؟

- (۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳) ۴۰ (۴) ۵۰ **«ریاضی خارج ۹۵»**

نکته: دو بار هم‌نام با مقدارهای مشخص، زمانی دافعه بین آن‌ها بیشینه می‌شود که حاصل ضرب آن‌ها بیشینه شود و این موضوع زمانی رخ می‌دهد که مثلاً دو بار $+12$ و -4 میکروکولنی در چه مدتی بیشترین نیرو را به هم وارد می‌کنند؟

سوال: آیا در اتصال دو کره باردار همانند اتصال دو ذره باردار عمل می‌کنیم؟

سوال: دو کره آهنی به ترتیب دارای بارهای $-4\mu C$ و $+8\mu C$ هستند. آنها را با هم تماس می‌دهیم و سپس جدا می‌کنیم. آیا در مورد بار نهایی آنها می‌توان نظر داد؟

سوال: دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = -2q_1$ در فاصله r از هم قرار دارند و به هم نیروی جاذبه الکتریکی وارد می‌کنند. چند درصد از بار q_2 را به q_1 منتقل کنیم تا در همان فاصله، بیشینه نیروی دافعه الکتریکی ممکن را به هم وارد کنند؟

«نردبام- پیشرفته»

۵۰ (۴)

۶۰ (۳)

۷۵ (۲)

۸۰ (۱)

سوال: دو گلوله فلزی کوچک و مشابه دارای بارهای الکتریکی هم‌نام q_1 و q_2 هستند ($q_1 \neq q_2$). این دو گلوله را به هم تماس می‌دهیم و دوباره در همان فاصله قبلی قرار می‌دهیم. اندازه نیروی الکتریکی بین دو گلوله چگونه تغییر می‌کند؟

«نردبام»

(۲) افزایش می‌یابد.

(۱) کاهش می‌یابد.

(۴) بسته به شرایط، هر سه گزینه ممکن است.

(۳) تغییر نمی‌کند.

نتیجه: اگر دو گلوله باردار دارای بارهای همنام و ناهم‌سای باشند، پس از تماس

نکته: اگر پس از تماس، نیروی الکتریکی بین دو جسم باردار کم شده باشد یعنی بار الکتریکی اولیه آنها

.....

- سوال:** دو کره فلزی مشابه A و B با بارهای $q_A = 4\mu\text{C}$ و q_B روی پایه‌های عایقی قرار دارند. اگر دو کره قبل از تماس، همدیگر را جذب کنند، کدام عبارت درست است؟
- (۱) الزاماً اندازه بار کره A پس از تماس کاهش می‌یابد.
 - (۲) با تماس دو کره با یکدیگر، پروتون‌ها از کره A به کره B می‌روند.
 - (۳) الزاماً مقدار نیروی بین دو کره پس از تماس کاهش می‌یابد.
 - (۴) مجموع بار دو کره قبل و بعد از تماس تغییری نمی‌کند.

سوال: دو گلوله کوچک و مشابه فلزی دارای بارهای q_1 و q_2 بوده و اختلاف بار آنها $q_2 - q_1 = 10\mu\text{C}$ است. اگر این دو گلوله را به هم تماس دهیم، پس از جدا کردن از فاصله 30 سانتی‌متری، نیروی دافعه الکتریکی 4N به هم وارد

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

(۱) $-\frac{7}{3}$ یا $-\frac{3}{7}$

(۲) $-\frac{3}{2}$ یا $-\frac{2}{3}$

(۳) $-\frac{1}{4}$ یا $-\frac{4}{1}$

(۴) -9 یا $-\frac{1}{9}$

سوال: دو کره فلزی خیلی کوچک و مشابه دارای بار الکتریکی نامنظم $q_1 > 0$ و $|q_2| > q_1$ هستند و در فاصله 60 سانتی‌متری هم قرار دارند و برهم نیروی الکتریکی 9N وارد می‌کنند. اگر کره‌ها را به هم تماس دهیم و دوباره به همان فاصله قبلی از هم دور کنیم، نیروی الکتریکی $1/6\text{N}$ به هم وارد می‌کنند. q_1 چند میکروکولن است؟

«تجربی خارج ۹۹»

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

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۱۰

(۴) ۲۰

سوال: دو کره رسانای مشابه A و B دارای بار الکتریکی Q هستند. این دو کره در فاصله نسبتاً زیادی (در مقایسه با شعاعشان) از یکدیگر قرار داده شده‌اند و به هم نیرویی به بزرگی F وارد می‌کنند. کره مشابه دیگری که آن را C می‌نامیم، در ابتدا از نظر الکتریکی خنثی و در فاصله بسیار دورتری از دو کره A و B قرار دارد. کره C را ابتدا با کره A تماس داده، سپس آن را با کره B تماس می‌دهیم و در نهایت، آن را از محل دور می‌کنیم. اندازه نیرویی که دو کره A و B به هم وارد می‌کنند، کدام است؟

$$\frac{1}{16}F \quad (4)$$

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

$$\frac{1}{2}F \quad (2)$$

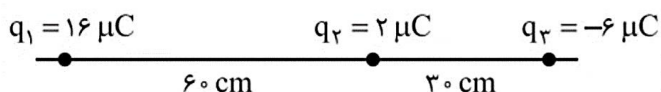
$$\frac{3}{8}F \quad (1)$$

برایند نیروها

الف) وقتی که نیروهای وارد بر یک بار در یک راستا هستند:

$\vec{i}$ (جمع نیروهای در خلاف جهت محور X - جمع نیروهای در جهت محور X) $\vec{F}_{net} = (X)$: اگر ذره‌های باردار بر روی محور X باشند.
 $\vec{j}$ (جمع نیروهای در خلاف جهت محور Y - جمع نیروهای در جهت محور Y) $\vec{F}_{net} = (Y)$: اگر ذره‌های باردار بر روی محور Y باشند.

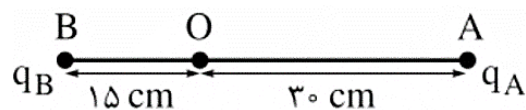
سوال: سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر در جای خود ثابت شده‌اند. $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$



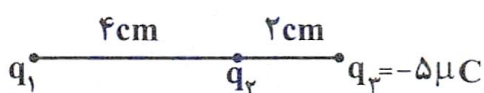
الف) نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 چند نیوتون است؟

ب) با تغییر علامت بار q_3 ، اندازه برایند نیروهای وارد بر بار q_2 چند نیوتون تغییر می‌کند؟

سوال: در شکل زیر برابند نیروهایی که بارهای نقطه‌ای q_A و q_B بر بار آزمون در نقطه O وارد می‌کنند برابر F است. اگر بار q_A خنثی شود، نیروی F تغییر جهت می‌دهد ولی اندازه آن ثابت می‌ماند. q_A چند برابر q_B است؟



سوال: در شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در حال تعادل قرار دارند. اگر بار q_3 را حذف کنیم، اندازه نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 چند نیوتون خواهد شد؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)



«سه سطحی- قلم چی»

۱۰۰ (۴)

۲۵۰ (۳)

۲۵ (۲)

۱۰ (۱)

سوال: دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام q_1 و q_2 در فاصله d از یکدیگر قرار دارند و با نیروی الکتریکی F یکدیگر را دفع می‌کنند. اگر این دو بار را به اندازه x به یکدیگر نزدیک کنیم، اندازه نیروی دافعه بین آن‌ها $\frac{5}{4}F$ افزایش می‌یابد.

«سه سطحی- قلم چی»

حاصل $\frac{x}{d}$ کدام است؟

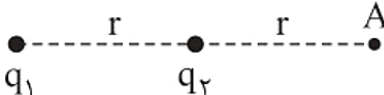
$\frac{1}{9}$ (۴)

$\frac{1}{4}$ (۳)

$\frac{1}{3}$ (۲)

$\frac{1}{2}$ (۱)

سوال: در شکل زیر، نیرویی که بار q_1 به بار q_2 وارد می‌کند، $\vec{F}$ است. در نقطه A چه باری قرار دهیم تا برابند نیروهای وارد بر بار q_1 ، برابر $2\vec{F}$ شود؟



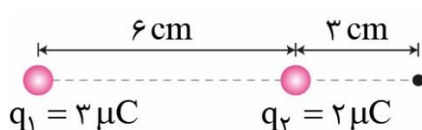
«نردبام»

$-12q_2$ (۴)

$12q_2$ (۳)

$-4q_2$ (۲)

$4q_2$ (۱)



سوال: در شکل زیر، دو بار الکتریکی q_1, q_2 در فاصله ۶ سانتی متری از هم ثابت شده‌اند. در نقطه A بار چند میکروکولنی قرار دهیم تا برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 برابر ۲۵ نیوتون شود؟ ($K = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

«Q جامع»

(۴) -۲ یا ۰/۵

(۳) فقط -۲

(۲) ۰/۵ یا ۲

(۱) فقط ۰/۵

تعداد بارها (صفر شدن برآیند نیروها)

نقطه‌ای که برآیند نیروها صفره:

$$\frac{\text{بار}}{(\text{فاصله آن از نقطه مدنظر})^2} = \text{---} = \text{---}$$

تکنیک: همیشه فاصله از بار کوچک‌تر را بگیر x، فاصله از بار بزرگ چنین می‌شود:

سؤال: دو بار الکتریکی با اندازه‌های $q_1 = 16 \mu\text{C}$ و $q_2 = 9 \mu\text{C}$ در فاصله ۲۸ cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. فاصله نقطای که در آن‌ها بر بار q_3 نیرویی هم‌اندازه از سمت دو بار q_1 و q_2 وارد می‌شود، چند cm است؟

«قلم‌چی»

سوال: دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 20 \mu\text{C}$ و $q_2 = 5 \mu\text{C}$ در فاصله ۳۰ سانتی متری از هم ثابت نگه داشته شده‌اند. بار الکتریکی $q_3 = 15 \mu\text{C}$ را در این محیط در نقطه‌ای قرار می‌دهیم که نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر باشد. در این حالت، نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 چند نیوتون است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

«ریاضی ۱۴۰۰»

سوال: در شکل زیر، بار الکتریکی چند میکروکولنی را در نقطه M قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر آن از طرف بارهای دیگر صفر شود؟

۱ (۱) $q_1 = 1 \mu C$ M $q_2 = 4 \mu C$
 d $2d$

۲ (۲)

۳ (۳) -4

۴ (۴) هر مقدار دلخواهی می تواند باشد.

سوال: دو بار الکتریکی $+q$ و $Q = -4q$ در دو نقطه A و B به فاصله $AB = 30 \text{ cm}$ از هم قرار دارند. بار $-q$ را در چه فاصله ای بر حسب سانتی متر از بار Q قرار دهیم تا به حال تعادل قرار گیرد؟

«کنکور قدیمی»

سوال: دو بار الکتریکی نقطه ای q_1 و $q_2 = -9 \mu C$ به ترتیب در نقاط A و B در صفحه xOy واقع شده اند.

q_1 چند میکروکولن باشد تا اگر بار q_3 را در نقطه O (مبدأ مختصات) قرار دهیم، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر آن از طرف بارهای q_1 و q_2 برابر با صفر باشد؟

۱ (۱) -1

۲ (۲) 3

۳ (۳) -3

۴ (۴) -3

«سه سطحی - قلم چی»

سوال: در شکل زیر، بارهای q_1 و q_2 به یکدیگر نیروی الکتریکی 40 نیوتون وارد می کنند و برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر q_3 از طرف دو بار دیگر صفر است. $|q_1 + q_2|$ چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

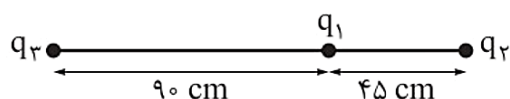
۱ (۱) 15

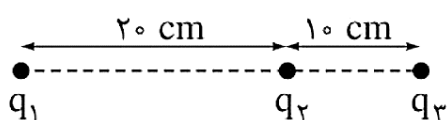
۲ (۲) 20

۳ (۳) 25

۴ (۴) 30

«نزدبام - پیشرفته»



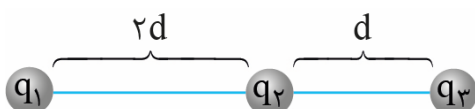


سوال: در شکل زیر، برابند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای «تجربی ۹۳»
نقطه‌ای برابر صفر است. $\frac{q_2}{q_3}$ کدام است؟

تکنیک: وقتی سه بار نقطه‌ای در یک راستا باشند و در تعادل باشند (یعنی برابند نیروهای وارد به هر سه بار صفر باشد)،
حتماً علامت بارها یکی در میان عوض می‌شود یا علامت بار وسطی قرینه علامت دو بار کناری است.

سؤال: در شکل رسم شده اگر برابند نیروهای وارد به هر سه بار برابر صفر باشد، حاصل $(\frac{q_2}{q_3} - \frac{q_2}{q_1})$ برابر کدام گزینه

است؟



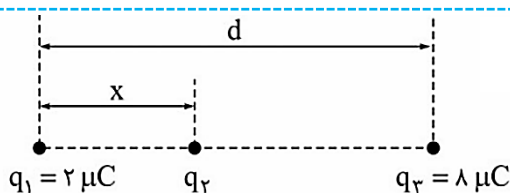
«مشابه کنکور تجربی»

$$-\frac{1}{3} \quad (2)$$

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

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

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



سوال: سه بار نقطه‌ای مطابق شکل قرار دارند. برابند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارها صفر است. بار q_2 چند میکروکولن «تجربی خارج ۸۹»
است؟

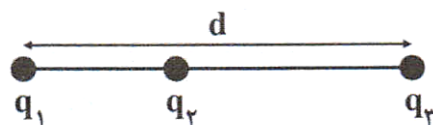
$$+\frac{2}{9} \quad (2)$$

$$+\frac{8}{9} \quad (4)$$

$$-\frac{2}{9} \quad (1)$$

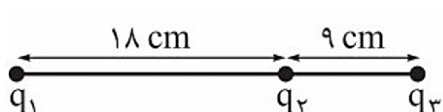
$$-\frac{8}{9} \quad (3)$$

سوال: مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_3 در فاصله d از هم قرار گرفته‌اند و بار q_2 که روی خط واصل این دو بار واقع شده، به بار q_1 نزدیک تر است. اگر برابند نیروهای الکتریکی وارد بر هر سه بار صفر باشد، کدام



گزینه در مورد مقایسه اندازه بارها درست است؟ **«سه سطحی- قلم چی»**

- (۱) $|q_3| > |q_2| > |q_1|$ (۲) $|q_3| > |q_1| > |q_2|$
(۳) $|q_2| > |q_3| > |q_1|$ (۴) $|q_2| > |q_1| > |q_3|$



سوال: در شکل زیر، برابند نیروهای وارد بر هر یک از سه بار، صفر است.

اگر بار $q_1 = 36 \mu C$ حذف شود. به هر یک از بارهای q_2 و q_3 نیروی چند

نیوتونی (در جهت مناسب) وارد کنیم تا در جای خود ثابت باقی بمانند؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$ **«نردبام»**

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۴۰ (۴) ۱۰۰

رسم بردار برابند

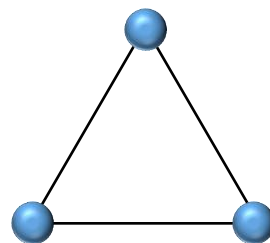
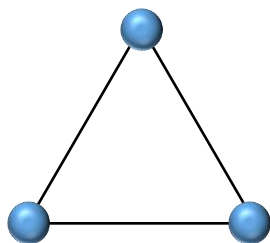
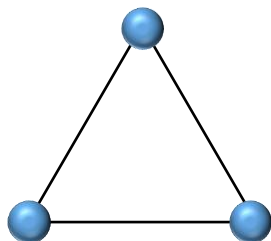
سوال: برای دو بار نقطه‌ای $+Q$:

الف) بردار برابند نیرو را در نقاط انتخابی مختلف رسم کنید:

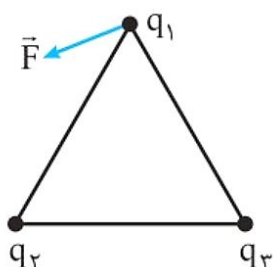
ب) اگر روی عمود منصف خط واصل دوبار، از $-\infty$ تا $+\infty$ حرکت کنیم، بزرگی و جهت نیروی برابند چگونه تغییر می‌کند؟

پ) مورد «ب» را برای دو بار $+Q$ و $-Q$ تکرار کنید؟

سوال: سه بار نقطه‌ای q ، $-2q$ و $+2q$ را در سه رأس یک مثلث متساوی الاضلاع قرار دادیم. جهت بردار برآیند نیرو را در هر سه رأس به صورت جداگانه رسم کنید.



نکته: اگر بردارها هم‌اندازه باشند، بردار نیروی الکتریکی برآیند، زاویه بین دو بردار است و در غیر این صورت، بردار برآیند به بردار نزدیک‌تر است و با آن زاویه می‌سازد.

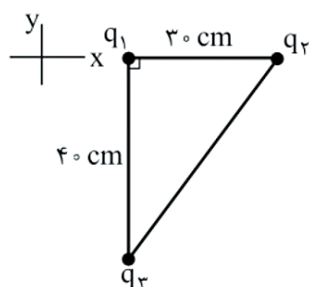


سوال: در سه رأس مثلث متساوی الاضلاع به شکل مقابل، سه بار نقطه‌ای q_1 ، q_2 و q_3 وجود دارد. اگر برآیند نیروهای وارد بر q_1 نیروی $\vec{F}$ باشد، کدام گزینه صحیح است؟

«نردبام»

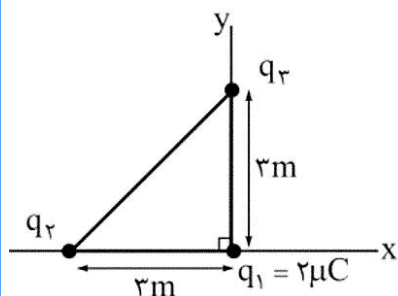
- (۱) q_1 و q_3 هم‌نام و $|q_2| > |q_1|$ و $|q_2| > |q_3|$
 (۲) q_1 و q_3 هم‌نام و $|q_2| > |q_1|$ و $|q_1| > |q_3|$
 (۳) q_1 و q_3 هم‌نام و $|q_3| > |q_1|$ و $|q_3| > |q_2|$
 (۴) q_1 و q_3 ناهم‌نام و $|q_3| > |q_1|$ و $|q_1| > |q_2|$

ب) وقتی که نیروهای وارد بر یک بار بر هم عمود هستند:



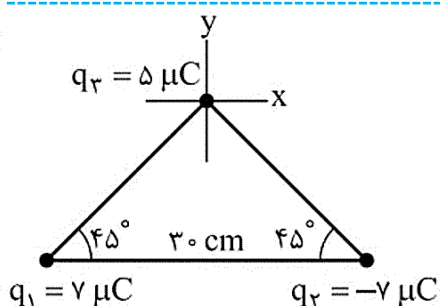
سوال: در شکل روبه‌رو نیروی خالص وارد بر بار q_1 در SI برابر $45\vec{j} + 20\vec{i}$ است. نسبت $\frac{q_2}{q_3}$ کدام است؟

$\frac{q_2}{q_3}$ کدام است؟

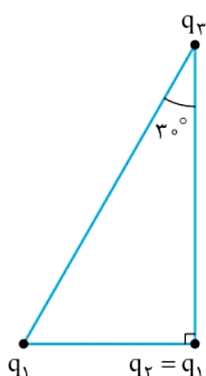


سوال: سه ذره باردار مطابق شکل روبه‌رو در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. اگر بردار نیروی الکتریکی وارد بر ذره واقع در رأس قائمه برابر با $(8\vec{i} + 6\vec{j}) \times 10^{-3} \text{ N}$ باشد، بارهای الکتریکی q_2, q_3 به ترتیب از راست به چپ بر حسب میکروکولن کدام‌اند؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

آشنایی با یک مثلث مهم: مثلث متساوی‌الساقین قائم‌الزاویه:



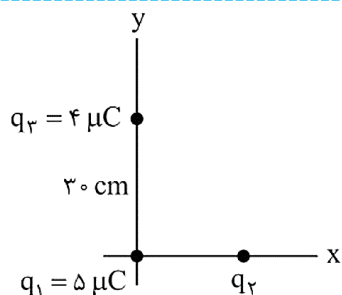
سوال: سه ذره باردار مطابق شکل روبه‌رو، در سه رأس یک مثلث ثابت شده‌اند. اگر خط واصل q_2, q_1 موازی محور x باشد، بردار برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 در SI کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$ «تجربی خارج ۹۶»



سوال: سه ذره باردار در سه رأس یک مثلث قائم‌الزاویه قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی که بار q_1 بر q_2 وارد می‌کند، F_1 و بزرگی نیروی الکتریکی که q_2 به q_3 وارد می‌کند، F_2 است. در صورتی که $F_1 = F_2$ باشد، بزرگی نیرویی که q_3 به q_1 وارد می‌کند، چند برابر F_1 است؟

«ریاضی خارج ۹۸»

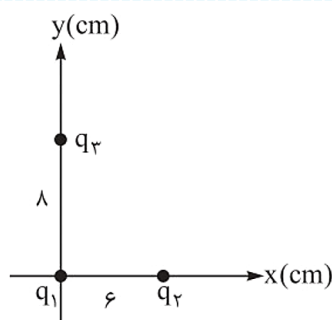
$\frac{3}{4}$ (۱)	1 (۲)	$\frac{4}{3}$ (۳)	$\frac{3}{2}$ (۴)
-------------------	---------	-------------------	-------------------



سوال: در شکل مقابل سه بار نقطه‌ای در مکان خود در صفحه xy ثابت شده‌اند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 در SI به صورت $\vec{F}_{net} = 8\vec{i} - 7\vec{j}$ باشد، نیرویی که بار q_3 به بار q_2 وارد می‌کند برحسب نیوتون کدام است؟

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

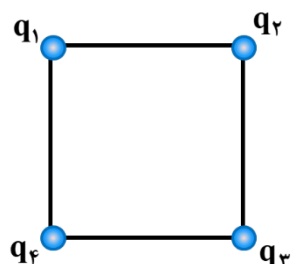
- (۱) $8\vec{i} - 5\vec{j}$ (۲) $-8\vec{i} + 5\vec{j}$ (۳) $8\vec{i} - 9\vec{j}$ (۴) $-8\vec{i} + 9\vec{j}$



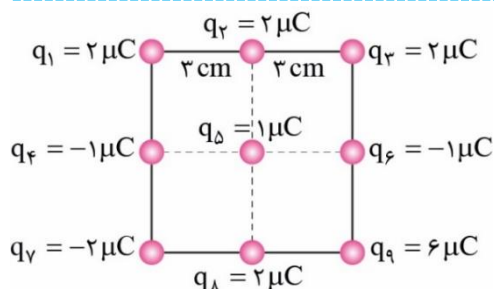
سوال: در شکل زیر، بار q_1 مثبت است و برآیند نیروهایی که از طرف بارهای q_1 و q_2 بر بار $q_3 = 10 \mu C$ وارد می‌شود، $27\vec{i}$ (در SI) است. q_2 چند میکروکولن است؟

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

- (۱) -5 (۲) -10 (۳) 5 (۴) 10

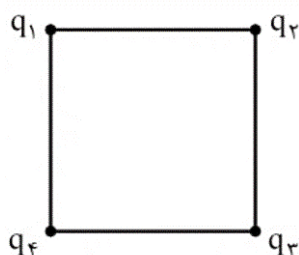


سوال: سه ذره باردار q_1 ، q_2 و q_3 در سه رأس مربعی (مطابق شکل) ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_3 = 5 \mu C$ باشد، نوع و اندازه بار q_4 را طوری تعیین کنید که بار q_4 به حال تعادل بماند.



سوال: اندازه نیروی خالص وارد شده به بار الکتریکی q_5 که در مرکز مربع قرار گرفته است، چند واحد SI است؟ $(k = 9 \times 10^9 N.m^2 / C^2)$

- (۱) $10\sqrt{2}$ (۲) 10 (۳) $20\sqrt{2}$ (۴) 20 «Q جامع»



سوال: در شکل مقابل، چهار ذره باردار در رأس‌های یک مربع قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 برابر صفر باشد، کدام رابطه درست است؟ **«تجربی ۱۴۰۰»**

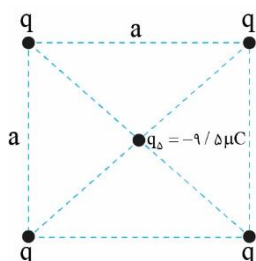
$$q_4 = q_2 = -2\frac{\sqrt{2}}{4}q_1 \quad (2)$$

$$q_4 = q_2 = -2\sqrt{2}q_1 \quad (1)$$

$$q_4 = q_2 = 2\frac{\sqrt{2}}{4}q_1 \quad (4)$$

$$q_4 = q_2 = 2\sqrt{2}q_1 \quad (3)$$

سوال: در شکل مقابل، هر یک از بارهای الکتریکی مشابه q چند میکروکولن باشد تا برابری نیروهای وارد بر هر یک از بارها صفر باشد؟ $(\sqrt{2} \approx 1/4)$



«سه‌سطحی - قلم‌چی»

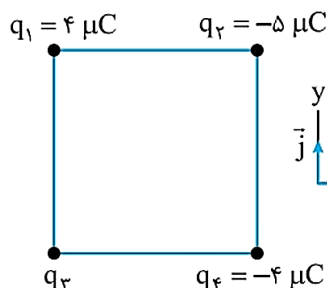
از بارها صفر باشد؟ $(\sqrt{2} \approx 1/4)$

$$10 \quad (1)$$

$$-10 \quad (2)$$

$$18 \quad (3)$$

$$18 \quad (4)$$



سوال: چهار ذره باردار مطابق شکل روبه‌رو، در رأس‌های یک مربع به ضلع

۲۰ cm قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر q_2 در SI به صورت

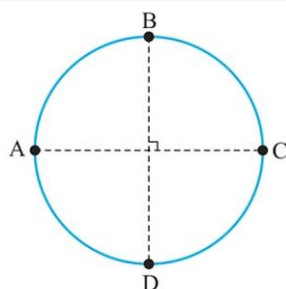
$\vec{F} = -9\vec{i}$ باشد، q_3 چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$ **«ریاضی ۹۸»**

$$8\sqrt{2} \quad (4)$$

$$4 \quad (3)$$

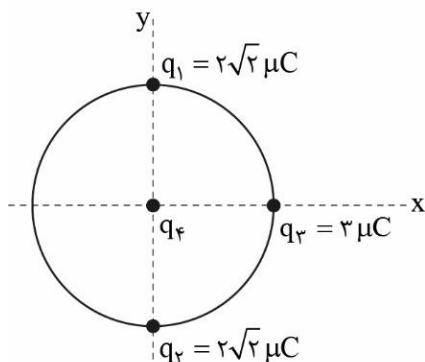
$$-4 \quad (2)$$

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



سوال: مطابق شکل، چهار بار نقطه‌ای در نقاط A، B، C و D بر روی محیط دایره‌ای به شعاع a ثابت شده‌اند. اندازه برابری نیروهای الکتریکی وارد بر بار $-q$ واقع در نقطه B چند

برابر $\frac{kq^2}{a^2}$ است؟ $(q_A = q_C = q_D = -q_B = q)$

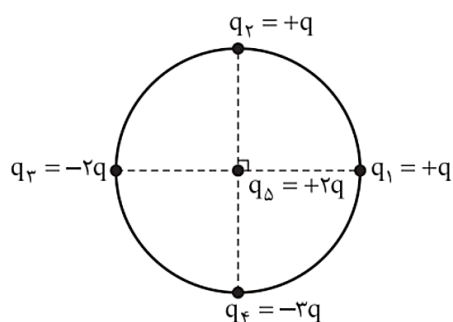


سوال: مطابق شکل، سه بار نقطه‌ای روی محیط دایره‌ای به شعاع 10 cm ، ثابت نگه داشته شده‌اند و بار چهارم (q_4) در مرکز قرار دارد. اگر برایندهای الکتریکی وارد بر بار q_3 برابر $\vec{i} (8/1\text{ N})$ باشد، بار q_4 چند میکروکولن است؟

«ریاضی ۹۰ با تغییر»

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

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) -۱ (۴) -۲



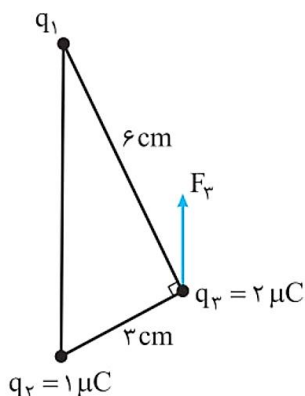
سوال: در شکل مقابل، اگر اندازه نیروی که q_1 بر q_2 اثر می‌دهد، F باشد،

«نردبام»

برایندهای نیروهای وارد بر بار q_4 (در مرکز دایره) کدام است؟

- (۱) $4F$ (۲) $10F$
(۳) $14F$ (۴) $20F$

یه تیپ خاص (زاویه بردار برایندها)



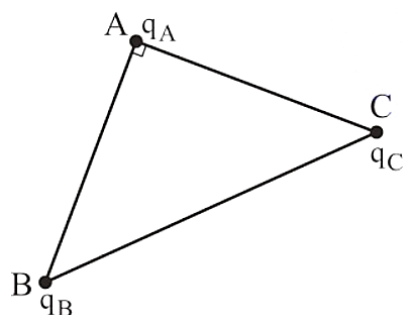
سوال: در شکل روبه‌رو، سه بار نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند.

اگر F_3 برایندهای نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 ، موازی خط واصل q_1 و q_2 باشد، F_3

«سراسری تجربی. ۹۶»

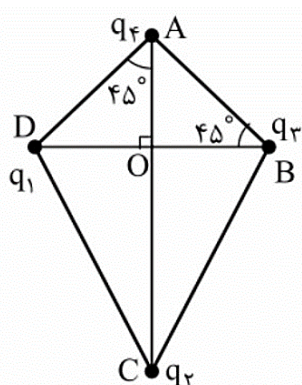
چند نیوتون است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

- (۱) $8\sqrt{5}$ (۲) $12\sqrt{5}$
(۳) $16\sqrt{5}$ (۴) $20\sqrt{5}$



سوال: در شکل روبه‌رو، مثلث، متساوی‌الساقین قائم‌الزاویه است و بارهای q_A ، q_B و q_C به ترتیب q ، $\sqrt{3}q$ و $-q$ هستند. زاویه‌ای که برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A با امتداد پاره خط BA می‌سازد، چند درجه است؟

«کنکور تجربی» (۱) ۳۰ (۲) ۴۵ (۳) ۵۳ (۴) ۶۰

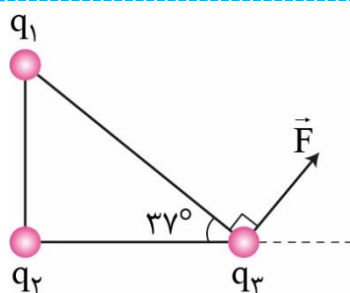


سوال: چهار ذره باردار مطابق شکل، در یک صفحه قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی وارد بر بار q_A از طرف بارهای دیگر برابر صفر باشد، BC برابر چند سانتی‌متر است؟

«تجربی ۸۹ با تغییر»

($q_2 = 9\sqrt{2}nC$, $q_1 = q_3 = -2nC$, $AO = 4\text{cm}$)

(۱) ۸ (۲) ۱۲ (۳) $4\sqrt{3}$ (۴) $4\sqrt{5}$

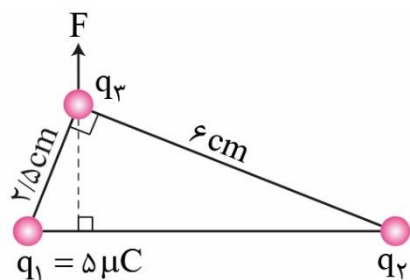


سوال: در شکل مقابل، سه بار نقطه‌ای q_1, q_2, q_3 روی رأس‌های مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند و برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 بردار $\vec{F}$ است. اگر اندازه نیروهایی که q_1, q_2 به q_3 وارد می‌کنند، به ترتیب برابر F_{13} و F_{23} باشد، نسبت

«Q جامع»

$\frac{F_{23}}{F_{13}}$ کدام است؟ ($\cos 37^\circ = 4/5$, $\sin 37^\circ = 3/5$)

(۱) $4/3$ (۲) $3/4$ (۳) $5/4$ (۴) $4/5$

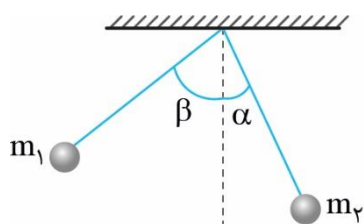
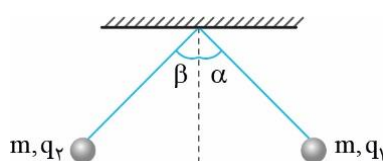


سوال: دو ذره باردار q_1 و q_2 مطابق شکل مقابل قرار دارند. نیروی الکتریکی خالص (برایند) ناشی از دو ذره به ذره باردار q_3 برابر با $\vec{F}$ است. q_2 چند میکروکولن است؟

«تجربی خارج ۹۹»

- (۱) ۱۰۸ (۲) ۲۴ (۳) ۱۲ (۴) ۶

آونگ دارای بار الکتریکی



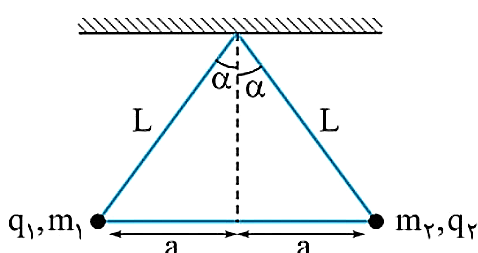
هر چه جرم بیشتر باشد، زاویه انحراف است.

نکته: زاویه انحراف به بار هر کدام وابسته نیست. یعنی هر کی بار بیشتری داشته باشد بیشتر منحرف نمی‌شود!

چون نیرویی که هر دو بار وارد می‌کنند برابر است. اما به حاصل ضرب بارها وابسته است. $\alpha \propto q_1 q_2$

سوال: دو گلوله کوچک هم جرم یکی دارای بار $q_1 = q$ و دیگری دارای بار $q_2 = 2q$ را به انتهای دو نخ با طول‌های مساوی می‌بندیم و انتهای دیگر نخ‌ها را از یک نقطه می‌آویزیم. زاویه انحراف دو گلوله از وضعیت تعادل که آن‌ها را به ترتیب α و β می‌گیریم، چه رابطه‌ای با هم دارند؟

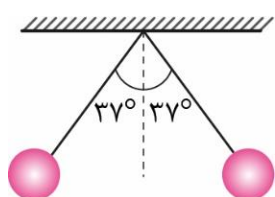
«سری ۲»



سوال: در شکل روبه‌رو، هر یک از گلوله‌ها در حال تعادل‌اند. کدام یک از گزینه‌های زیر الزاماً درست است؟ (نیروی گرانشی بین گلوله‌ها و جرم ریسمان‌ها ناچیز است.)

«سری ۲»

- (۱) $q_1 = q_2$ (۲) $q_1 \neq q_2$
(۳) $m_1 = m_2$ (۴) $m_1 \neq m_2$



سوال: در شکل مقابل، دو گلوله کوچک مشابه به جرم ۴۰ گرم با بارهای $+1\mu C$ و $+3\mu C$ متصل به نخ‌های سبک، عایق و هم‌طول در حال تعادل قرار دارند. طول هر کدام از نخ‌ها چند سانتی‌متر است؟ ($K = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$, $\cos 37^\circ \approx 0.8$, $\sin 37^\circ \approx 0.6$, $g = 10 \text{ m/s}^2$)

«IQ جامع»

۲۵ (۴)

۱۵ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

سوال: دو آونگ الکتریکی مشابه و هم‌طول به جرم ۹۰ گرم از یک نقطه آویزان شده‌اند. به هر یک از گلوله‌های کوچک آونگ‌ها بار الکتریکی q را می‌دهیم، در نتیجه گلوله‌ها از هم دور شده و در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از یکدیگر قرار می‌گیرند. اگر در این حالت، زاویه بین نخ دو گلوله آونگ برابر با ۹۰ درجه باشد، اندازه بار الکتریکی هر گلوله

«سه سطحی- قلم‌چی»

آونگ چند میکروکولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$, $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

۰/۴ (۴)

۰/۲ (۳)

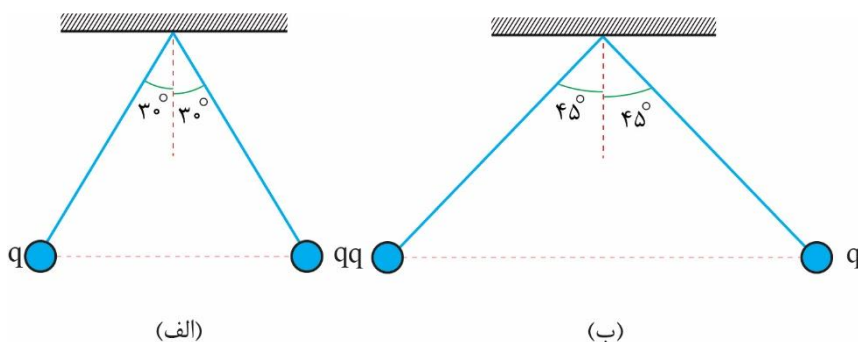
۴ (۲)

۲ (۱)

سوال: در شکل‌های زیر، طول نخ‌های به کار رفته در آونگ‌ها برابر است. اگر F_1 و F_2 به ترتیب نیروی الکتریکی وارد

«نردبام»

بر هر یک از بارهای متصل به نخ‌ها در وضعیت‌های (الف) و (ب) باشند، $\frac{F_1}{F_2}$ کدام است؟



(الف)

(ب)

۲ (۴)

$\sqrt{2}$ (۳)

۱ (۲)

$\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۱)