



گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

آزمون دوپینگ ماز | پایه دوازدهم



دوپینگ ماز

فیزیک

دفترچه سؤال

ویژه کنکوری های ۱۴۰۵

چهارشنبه ۱۶ اردیبهشت ماه ۱۴۰۵

مدت زمان پاسخ گویی	شماره سؤال		تعداد سؤال	ماده امتحانی
	تا	از		
۳۵ دقیقه	۲۵	۱	۲۵	فیزیک

فصل های ۶ و ۵ دوازدهم	فصل های ۴ و ۳ دوازدهم	فصل ۲ دوازدهم	فصل ۱ دوازدهم	فصل های ۴ و ۳ یازدهم	فصل ۲ یازدهم	فصل ۱ یازدهم	فصل های ۵ و ۴، ۳ دهم	فصل های ۲ و ۱ دهم
-----------------------------	-----------------------------	---------------------	---------------------	----------------------------	--------------------	--------------------	----------------------------	-------------------------



مسیر حرفه ای جمع بندی تا کنکور ۱۴۰۵



برای شباهت حداکثری به کنکور، صفحه آرایی، فونت و حتی اندازه متن در تمامی آزمون های ماز، کاملاً یکسان با استاندارد دفترچه های کنکور در نظر گرفته می شود.

- ۱- با توجه به سری الکتریسیته مالشی شکل زیر، اگر پارچه‌ای از جنس x را روی میله‌هایی از جنس y و z بکشیم با فرض این که انتقال بار الکتریکی صورت گیرد، میله y با بار مثبت میله دیگر را جذب خواهد کرد. کدام گزینه ترتیب جدول سری الکتریسیته مالشی را به درستی نشان می‌دهد؟

انتهای مثبت سری	$\begin{matrix} z \\ x \\ y \end{matrix}$ (۲)	$\begin{matrix} y \\ x \\ z \end{matrix}$ (۱)
انتهای منفی سری	$\begin{matrix} y \\ z \\ x \end{matrix}$ (۴)	$\begin{matrix} x \\ z \\ y \end{matrix}$ (۳)

- ۲- جسم باردار A را به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی تماس می‌دهیم و سپس جسم باردار B را به کلاهک این الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌کنیم که ورقه‌های الکتروسکوپ ابتدا بسته و سپس باز می‌شوند. اگر بار جسم B مثبت باشد، بار ورقه‌ها بعد از باز شدن مجدد و بار جسم A به ترتیب از راست به چپ کدام است؟
 (۱) مثبت، منفی (۲) منفی، مثبت (۳) مثبت، مثبت (۴) منفی، منفی
- ۳- دو بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه و مثبت q در فاصله ثابتی از هم قرار دارند و به یکدیگر نیروی F را وارد می‌کنند. اگر $2\mu C$ از بار یکی از آن‌ها کم کرده و به دیگری اضافه کنیم، نیروی الکتریکی بین آن‌ها $\frac{3}{4}F$ می‌شود. بار q چند میکروکولن می‌تواند باشد؟

$$\frac{4}{7} \text{ (۱)} \quad 2 \text{ (۲)} \quad 4 \text{ (۳)} \quad \frac{16}{7} \text{ (۴)}$$

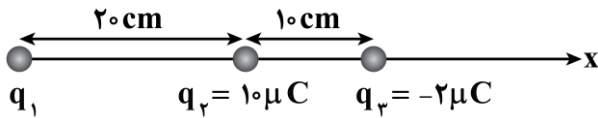
- ۴- سه کره رسانای مشابه A ، B و C با قطر کوچک به ترتیب دارای بارهای الکتریکی q ، $2q$ و $-7q$ هستند. با ثابت ماندن مکان کره‌های A و B ، کره C را ابتدا با کره A و سپس با کره B تماس داده و جدا می‌کنیم. اندازه نیروی الکتریکی بین کره‌های A و B بعد از تماس چند برابر حالت اول (قبل از تماس) می‌شود؟

$$3 \text{ (۱)} \quad \frac{3}{2} \text{ (۲)} \quad \frac{3}{4} \text{ (۳)} \quad \frac{15}{4} \text{ (۴)}$$

محل انجام محاسبات

۵- مطابق شکل زیر، سه ذره باردار در محل خود روی محور x ها ثابت شده‌اند. بار q_1 چند میکروکولن باشد تا برآیند

نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 برابر $\vec{i}(6N)$ شود؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



(۱) -۱۲۰

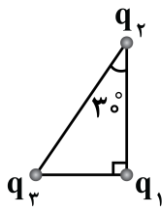
(۲) ۱۲۰

(۳) -۶۰

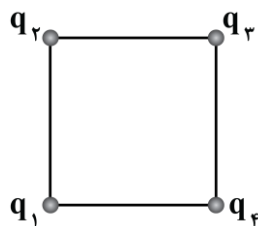
(۴) ۶۰

۶- در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای در رأس‌های یک مثلث ثابت شده‌اند و بزرگی نیروی الکتریکی که هریک از بارهای q_2 و q_3 به بار q_1 وارد می‌کنند، باهم برابر است. اگر نیروی الکتریکی بین دو بار q_2 و q_3 ، ۲۰ درصد کمتر از نیروی

الکتریکی بین دو بار q_1 و q_3 باشد، حاصل $\left| \frac{q_3}{q_1} \right|$ کدام است؟

(۲) $\frac{16}{15}$ (۴) $\frac{1}{15}$ (۱) $\frac{4}{15}$ (۳) $\frac{16}{3}$

۷- مطابق شکل زیر، چهار ذره باردار بر روی رؤس یک مربع، ثابت شده‌اند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_4 صفر باشد، چه تعداد از موارد زیر، الزاماً درست است؟



الف - بارهای q_1 و q_3 هم‌نام و هم‌اندازه‌اند.

ب - بارهای q_2 و q_4 هم‌نام‌اند.

ج - بارهای q_2 و q_4 ناهم‌نام‌اند.

(۲) ۲

(۴) صفر

(۱) ۳

(۳) ۱

محل انجام محاسبات

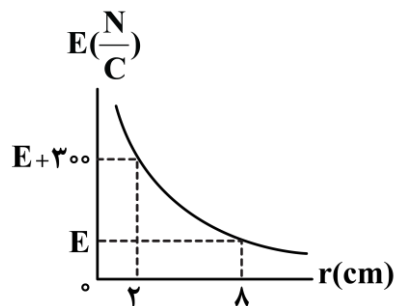
۸- درون میدان الکتریکی یکنواختی به بار $q = -2\mu C$ نیرویی به بزرگی 8 N وارد می‌شود. اگر بار $q' = +12\mu C$ به جرم 3 mg درون این میدان الکتریکی رها شود، اندازه شتاب حرکت آن چند متر بر مربع ثانیه خواهد بود؟ (از نیروی وزن ذرات صرف نظر شود.)

- (۱) $\frac{8}{3} \times 10^2$ (۲) $\frac{8}{3} \times 10^5$ (۳) 16×10^2 (۴) 16×10^5

۹- نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای $q_1 = -18\mu C$ و $q_2 = 5\mu C$ در فاصله r ، برابر $32/4\text{ N}$ است. در فاصله چند سانتی‌متری از بار q_1 ، میدان الکتریکی خالص حاصل از دو بار برابر صفر است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$)

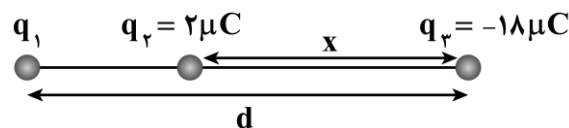
- (۱) ۱۰ (۲) ۱۵ (۳) ۶۰ (۴) ۶۵

۱۰- نمودار میدان الکتریکی بار نقطه‌ای q بر حسب فاصله از آن مطابق شکل زیر است. در فاصله چند سانتی‌متری از این بار، بزرگی میدان الکتریکی برابر $5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ است؟



- (۱) ۴
(۲) ۱۶
(۳) ۳۲
(۴) ۴۰

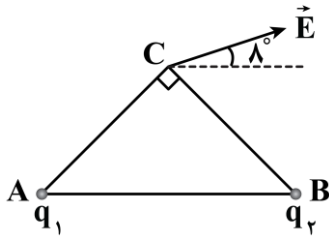
۱۱- در شکل زیر، سه ذره باردار روی یک خط راست، ثابت شده‌اند و نیروی الکتریکی خالص وارد بر هریک از بارها برابر صفر است. به ترتیب از راست به چپ نسبت $\frac{d}{x}$ و بار q_1 بر حسب میکروکولن کدام است؟



- (۱) $\frac{9}{2}, \frac{3}{2}$
(۲) ۹, ۲
(۳) $-\frac{9}{2}, \frac{3}{2}$
(۴) -۹, ۲

محل انجام محاسبات

۱۲- در شکل زیر، دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در دو رأس یک مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین قرار دارند و میدان خالص حاصل از این دو بار در رأس C، برابر $\vec{E}$ است. اندازه بار q_1 را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا میدان خالص، موازی خط AB شود؟ ($\sin 53^\circ = 0.8$) و خط چین رسم شده با وتر مثلث موازی است.



(۱) ۷۵، کاهش

(۲) ۷۵، افزایش

(۳) ۲۵، کاهش

(۴) ۲۵، افزایش

۱۳- دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام که اندازه یکی ۴ برابر دیگری است، به فاصله d از یکدیگر قرار دارند و بزرگی میدان برابند در بین دو بار در فاصله $\frac{d}{4}$ از بار کوچک‌تر برابر $30^\circ \frac{N}{C}$ است. اگر بار بزرگ‌تر را خنثی کنیم، بزرگی میدان الکتریکی در همان نقطه چند واحد SI خواهد بود؟

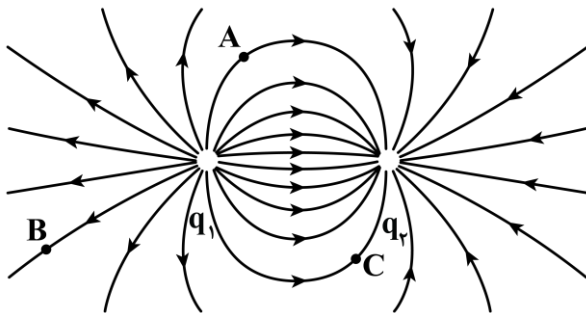
(۴) ۵۴۰

(۳) ۴۲۰

(۲) ۲۷۰

(۱) ۱۰۰

۱۴- در شکل زیر، خطوط میدان الکتریکی ناشی از دو بار الکتریکی رسم شده است. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟



الف - بار q_1 منفی و بار q_2 مثبت است.

ب - اندازه دو بار با یکدیگر برابر است.

ج - اگر یک بار منفی را در نقاط A، B یا C قرار دهیم، نیروی وارد بر این بار منفی در خلاف جهت خطوط میدان خواهد بود.

(۴) ۳

(۳) ۲

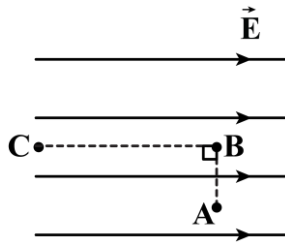
(۲) ۱

(۱) صفر

محل انجام محاسبات

- ۱۵- بار الکتریکی q ، مطابق شکل زیر، از نقطه A تا نقطه B سپس تا نقطه C در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $4 \times 10^4 \frac{N}{C}$ جابه‌جا می‌شود و کار نیروی الکتریکی در این جابه‌جایی برابر $4/8 mJ$ است. بار q چند نانوکولن است؟

$$(AB = 5cm, BC = 15cm)$$



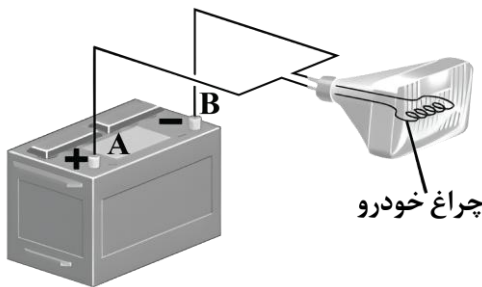
$$(1) -240\sqrt{10}$$

$$(2) 240\sqrt{10}$$

$$(3) -800$$

$$(4) 800$$

- ۱۶- اختلاف پتانسیل الکتریکی پایانه‌های باتری خودروی نشان داده شده در شکل برابر $12V$ است. اگر بار الکتریکی 50 -کولن از پایانه منفی به پایانه مثبت باتری جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند ژول تغییر می‌کند؟



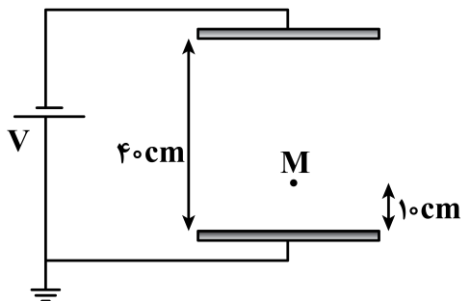
$$(1) 600$$

$$(2) 300$$

$$(3) -600$$

$$(4) -300$$

- ۱۷- در شکل زیر، پتانسیل الکتریکی نقطه M برابر V' است. اگر صفحه بالایی را به اندازه $8cm$ به سمت بالا جابه‌جا کنیم، صفحه پایینی را چند سانتی‌متر و به کدام جهت حرکت دهیم تا پتانسیل الکتریکی نقطه M برابر $\frac{4}{5}V'$ شود؟



$$(1) 2/5, بالا$$

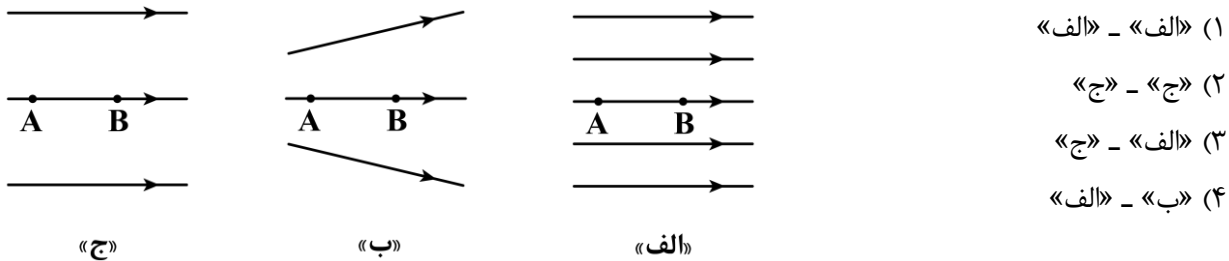
$$(2) 2/5, پایین$$

$$(3) 0/5, بالا$$

$$(4) 0/5, پایین$$

محل انجام محاسبات

۱۸- شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش، یک پروتون از حالت سکون در نقطه A رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه B شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. در شکل سرعت پروتون در نقطه B بیش‌تر است. همچنین اندازه اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B در شکل بیش‌تر است.



۱۹- ذره‌ای به جرم 200g و بار $6\mu\text{C}$ از نقطه A رها می‌شود. انرژی جنبشی این ذره هنگام رسیدن به صفحه بالایی به چند ژول می‌رسد؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



۲۰- در مورد پخش بار الکتریکی بر روی اجسام رسانا، چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

- الف - بار الکتریکی بر روی سطح خارجی اجسام رسانا توزیع می‌شود.
 ب - در حالت تعادل الکترواستاتیکی، میدان الکتریکی در داخل رسانا همواره برابر صفر است.
 ج - معمولاً شخصی که در داخل هواپیما یا اتومبیل است، از خطر آذرخش در امان می‌ماند.
 د - در حالت تعادل الکترواستاتیکی، پتانسیل الکتریکی در نقاط نوک تیز اجسام رسانا بیش‌تر است.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

محل انجام محاسبات

۲۱- فاصله بین صفحات یک خازن تخت 4mm ، مساحت هر یک از صفحه‌ها 2cm^2 و خازن از ماده دی‌الکتریک انعطاف‌پذیری با ثابت $\kappa=4$ پر شده است. فاصله بین صفحات چند میلی‌متر کاهش یابد تا ظرفیت خازن $0/6$ بیکوفاراد افزایش یابد؟ $(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}})$

- (۱) $0/5$ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۲۲- با افزایش فاصله میان دو صفحه خازنی که از باتری جدا شده است، میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن و انرژی الکتریکی ذخیره‌شده در آن به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟

(۱) ثابت، کاهش (۲) کاهش، افزایش (۳) ثابت، افزایش (۴) افزایش، افزایش

۲۳- خازنی با ظرفیت $6\mu\text{F}$ و بار ذخیره‌شده Q در اختیار داریم. تعداد $3/75 \times 10^{13}$ الکترون را از صفحه منفی خازن جدا و به صفحه مثبت آن اضافه می‌کنیم. اگر انرژی ذخیره‌شده در خازن $21\mu\text{J}$ تغییر کند، ولتاژ خازن در حالت دوم چند ولت می‌شود؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19} \text{C})$

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۴۰ (۴) ۳۰

۲۴- چند مورد از موارد زیر درباره خازن صحیح است؟

الف - دلیل این که در فلاش دوربین از خازن به جای باتری استفاده می‌شود این است که باتری‌ها نسبت به خازن انرژی ذخیره‌شده کم‌تری دارند.

ب - وقتی خازن باردار می‌شود صفحه‌های آن دارای بارهای الکتریکی با بزرگی یکسان اما علامت مخالف می‌شوند که بار ذخیره‌شده در خازن برابر با قدر مطلق اختلاف بار دو صفحه آن است.

ج - فروریزش الکتریکی می‌تواند باعث تشکیل مسیرهای رسانشی سرخس‌شکلی در دی‌الکتریک شود.

د - توانایی خازن برای ذخیره انرژی پتانسیل الکتریکی، اساس کار دستگاه‌های رفع لرزش است که برای توقف لرزش بطنی افراد دچار حمله قلبی به کار می‌روند.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۵- وقتی ماهواره‌ای به دور زمین می‌چرخد بر اثر عبور از فضای اطراف زمین باردار می‌شود. فرض کنید ماهواره‌ای در اثر عبور از یکی از لایه‌های جو، دارای بار الکتریکی 6×10^{-9} کولن شود. این ماهواره، کره‌ای رسانا به قطر 40cm است. چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح این ماهواره چند واحد SI است؟ $(\pi \approx 3)$

- (۱) $1/25 \times 10^{-8}$ (۲) $1/25 \times 10^{-12}$ (۳) 5×10^{-8} (۴) 5×10^{-12}

محل انجام محاسبات



دوست مازی من! سلام به جمع دوپینگ‌های کنکور ۱۴۰۵ خوش اومدی!
قراره کل نکات دروس اختصاصی رو به شکل تست و نکات پرتکرار در
کمترین حجم با صرف کمترین زمان و انرژی مرور کنیم.
می‌خوام براتون توضیح بدم که چطوری از این دوره استفاده کنید:



در دوره دوپینگ:

- ✓ در آزمون هر یک از دروس اختصاصی می‌توانید به صورت جداگانه شرکت کنید و بلافاصله پس از وارد کردن پاسخ‌های کلیدی در سایت، دفترچه پاسخ اون درس در اختیارتون قرار می‌گیره.
- ✓ محدودیت زمان برای شرکت در آزمون ندارید و از ۸ صبح تا ۸ شب می‌تونید در آزمون شرکت کنید.
- ✓ تمرکز بر روی پوشش همه نکات هر مبحث در یک آزمون تست‌های تالیفی ماز



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir



گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

آزمون دوپینگ ماز | پایه دوازدهم



دوپینگ ماز

فیزیک

دفترچه پاسخ

ویژه کنکوری‌های ۱۴۰۵

چهارشنبه ۱۶ اردیبهشت ماه ۱۴۰۵

دورس	مسئول دورس	طراحان	ویراستاران
فیزیک	سجاد صادقی‌زاده سعید احمدی	سعید احمدی - سجاد صادقی‌زاده حسین عبدوی‌نژاد - حسین زین‌العابدین‌زاده مهدی پارسا - زهره آقامحمدی مجید رجبی‌وندچالی - مهدی رحمت‌اللهی محمدجواد سورچی	محمدجواد سورچی حنا خلعتبری

فصل‌های ۶ و ۵ دوازدهم	فصل‌های ۴ و ۳ دوازدهم	فصل ۲ دوازدهم	فصل ۱ دوازدهم	فصل‌های ۴ و ۳ یازدهم	فصل ۲ یازدهم	فصل ۱ یازدهم	فصل‌های ۵ و ۴، ۳ دهم	فصل‌های ۲ و ۱ دهم
-----------------------------	-----------------------------	---------------------	---------------------	----------------------------	--------------------	--------------------	----------------------------	-------------------------

مسیر حرفه‌ای جمع‌بندی تا کنکور ۱۴۰۵

برای شباهت حداکثری به کنکور، صفحه‌آرایی، فونت و حتی اندازه متن در تمامی آزمون‌های ماز، کاملاً یکسان با استاندارد دفترچه‌های کنکور در نظر گرفته می‌شود.

راهنمای پامفله آزمون ها

زمان پاسخگویی:

سریع (زیر ۱ دقیقه) | استاندارد (۱-۲ دقیقه) |
زمان بر (بیشتر از ۲ دقیقه).

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - خط به خط - استاندارد) - صفحه ۳ تا ۶ - ۱۰۰۱

سطح سؤال:

آسان (اعتماد به نفس) | متوسط (محک جدی)
دشوار (چالش رشد).

هشتگ سؤال:

شماره درس + شماره پایه
دسته بندی راحت تر سؤالات

سبک سؤال:

خط به خط (متن کتاب) | ترکیبی (چند مبحث) |
محاسباتی (فرمول ودقت) | مفهومی (درک عمیق).

شماره صفحه:

منبع اصلی رو راحت پیدا کنید.

ویژگی های آزمون دوپینگ

پهروسی سریع



«بابت نگاه صرفه ای، دلیل درست بودن یا نبودن گزینه ها را در لحظه ببینید و درون اقلای وقت، پرونده هر سؤال را با یادگیری کامل ببندید!»

پاسخنامه کامل



«یک نقشه راه دقیق و نام نه نام که پیچیده ترین مسائل موضوع را بازمی کند تا هیچ ابهامی در مسیر موفقیت تان باقی نماند.»

نکات و دام های گنگوری



«در دام سؤالات نیتید! ما ترغدهای طراحان سوال و مفاهیم کلیدی رو بهتون یاد می دیم تا با آمادگی کامل، همه سؤالات رو جواب بدید.»

کپسول دوپینگ



آماده یک انفجار یادگیری باشید!

«با کپسول دوپینگ "کلید موفقیت در دستان شماست! با مرور سریع و کار بردی نکات، از پس هر سوالی برآید و در آزمون ها بدرخشید!»

دانشور دوبینگ

مبحث	وضعیت این آزمون	سطح دشواری این آزمون	آخرین وضعیت کنکور ۱۴۰۴
بار الکتریکی	سؤالاتی برای مرور مباحث اولیه فصل با کمی چالش	☆☆☆	عدم طرح تست
نیروی الکتریکی و قانون کولن	سؤالاتی با پوشش ایده‌های مهم و پرتکرار کنکورهای اخیر	☆☆☆☆	یک سؤال از صفر شدن نیروی الکتریکی برابند، + یک سؤال از نیروی الکتریکی برابند در شکل‌های دو بعدی
میدان الکتریکی	ترکیبی از سؤالات خلاقانه و سؤالات پرتکرار کنکور	☆☆☆☆☆	یک سؤال مفهومی از خطوط میدان الکتریکی
انرژی پتانسیل و پتانسیل الکتریکی	پوشش مثال‌ها و تمرین‌های کتاب درسی و برخی تست‌های پرتکرار کنکور	☆☆☆	عدم طرح تست
پخش بار در رساناها	پوشش متن کتاب درسی	☆☆	یک سؤال مفهومی از پخش بار در جسم رسانا
خازن	پوشش متن و مثال‌های کتاب درسی به اضافه دو سؤال خلاقانه	☆☆☆	دو سؤال از مسائل مربوط به تغییر در خازن

توصیه‌های دوبینگ

⌚ **اگر زمان کمی دارید...**

سؤالات مربوط به محاسبه نیرو و میدان الکتریکی رو کامل بررسی کنید، چون طرح سؤال از این مباحث قطعیه توی کنکور.

⚡ **اگر دنبال درس‌های آسان تر هستید...**

سؤالات مربوط به خازن رو بررسی کنید. این سؤالات با یادگیری چند فرمول و جایگذاری مقادیر در فرمول‌ها قابل حل هستن و حتی اگه پایه ضعیفی داشته باشین، قابل حل هستن.

🎯 **پیش‌بینی طراح...**

۱- محاسبه برابند نیروهای الکتریکی برای بارهای روی یک خط
۲- ترکیب سؤالات پتانسیل الکتریکی با انرژی جنبشی
۳- انرژی خازن

سفن مسئول درس

سلام به دانش‌آموزان پرتلاش ریاضی

فصل «الکتریسیته ساکن» از فصل‌های نسبتاً دشوار کنکور است که معمولاً ۳ تست از آزمون کنکور را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین برخی مباحث این فصل در ادامه با فصل‌های ۲ و ۳ فیزیک یازدهم قابلیت ترکیب دارد. با توجه به این شرایط، دانش‌آموزانی که به تسلط کافی روی این فصل برسند، می‌توانند با پاسخ دادن به سؤالاتی که بیش‌تر دانش‌آموزان قادر به حل آن‌ها نیستند، یک گام جلو بیفتند.

سجاد صادقی‌زاده - سعید احمدی

۱- با توجه به سری الکتریسیته مالشی شکل زیر، اگر پارچه‌ای از جنس x را روی میله‌هایی از جنس y و z بکشیم با فرض این که انتقال بار الکتریکی صورت گیرد، میله y با بار مثبت میله دیگر را جذب خواهد کرد. کدام گزینه ترتیب جدول سری الکتریسیته مالشی را به درستی نشان می‌دهد؟

انتهای مثبت سری	z	y	x
	x	x	z
	y	z	x
	y	x	z
انتهای منفی سری	z	z	y
	x	x	y

(متوسط - مفهومی - استاندارد ۵ - صفحه ۴ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

با توجه به این که دو میله یکدیگر را جذب کرده‌اند، درمی‌یابیم که دارای بار الکتریکی با علامت‌های متفاوت می‌باشند و چون میله y بار مثبت دارد، میله z بار منفی خواهد داشت؛ بنابراین الکترون‌خواهی میله z از میله y بیش‌تر است و هرچه ماده‌ای در این جدول پایین‌تر باشد الکترون‌خواهی بیش‌تری دارد، پس میله z پایین‌تر از میله y است (رد گزینه‌های (۲) و (۳)). از طرفی چون میله z از پارچه x الکترون گرفته است، پایین‌تر از آن قرار می‌گیرد (رد گزینه (۴)).

کپسول دوپینگ | جدول سری الکتریسیته مالشی (تربو الکتریک)

یکی از روش‌های باردار کردن اجسام که معمولاً برای اجسام نارسانا به کار می‌رود، روش مالش است. در مورد این روش خوب است نکات زیر را بدانیم:

- ۱- هنگامی که دو جسم از طریق مالش باردار می‌شوند، بار یکی از آن‌ها منفی و بار دیگری مثبت خواهد شد؛ بنابراین علامت بار آن‌ها مخالف هم خواهد بود.
- ۲- چون در روش مالش تعداد الکترون‌هایی که یک جسم از دست می‌دهد با تعداد الکترون‌هایی که جسم دیگر به دست می‌آورد برابر است، اندازه بار دو جسم با هم برابر خواهد بود؛ به عبارت دیگر اگر بار یک جسم $+q$ شود، بار دیگری $-q$ خواهد بود.
- ۳- چون در روش مالش علامت بار اجسام مخالف هم است، نیروی الکتریکی بین این دو جسم از نوع ربایشی خواهد بود.
- ۴- هنگامی که دو جسم را به هم مالش می‌دهیم تا باردار شوند، جسمی که الکترون‌خواه‌تر است (در سری الکتریسیته مالشی به انتهای منفی سری نزدیک‌تر است)، الکترون می‌گیرد و بار آن منفی می‌شود. همچنین جسمی که کم‌تر الکترون‌خواه است (در سری الکتریسیته مالشی به انتهای مثبت سری نزدیک‌تر است)، الکترون از دست می‌دهد و علامت بار آن مثبت خواهد بود.

نکته

در مالش دو جسم به هم باید دو جسم از جنس‌های مختلفی باشند تا در اثر مالش به هم باردار شوند.

۲- جسم باردار A را به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی تماس می‌دهیم و سپس جسم باردار B را به کلاهک این الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌کنیم که ورقه‌های الکتروسکوپ ابتدا بسته و سپس باز می‌شوند. اگر بار جسم B مثبت باشد، بار ورقه‌ها بعد از باز شدن مجدد و بار جسم A به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

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

(متوسط - مفهومی - استاندارد ۵ - صفحه ۳ - ۱۱۰۱)

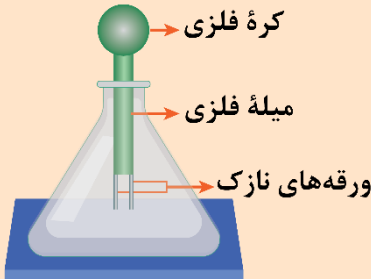
پاسخ: گزینه ۱

وقتی با نزدیک شدن جسم به الکتروسکوپ باردار، ورقه‌های آن ابتدا بسته و سپس باز می‌شوند، یعنی بار اولیه الکتروسکوپ و جسم، ناهم‌نام هستند؛ بنابراین با توجه به این که بار جسم B مثبت است، درمی‌یابیم بار الکتروسکوپ منفی است. از طرفی چون الکتروسکوپ خنثی با تماس جسم A باردار شده است، بار جسم A نیز منفی است.

قبل از بسته شدن ورقه‌ها، بار ورقه‌ها و جسم A هم‌علامت است ولی بعد از باز شدن مجدد ورقه‌ها، بار ورقه‌ها و جسم B هم‌علامت می‌شود؛ پس بار ورقه‌ها بعد از باز شدن مجدد مثبت خواهد بود.

کپسول دویپینگ | الکتروسکوپ

یک وسیله آزمایشگاهی است که می‌توان برای تشخیص باردار بودن و یا نبودن، نوع بار و رسانا بودن اجسام از آن استفاده کرد و همچنین می‌توان مقایسه بار دو جسم را با استفاده از این وسیله معین انجام داد.



۱- اگر یک جسم باردار را به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری نزدیک کنیم، ورقه‌های الکتروسکوپ از هم دور شده و باز می‌شوند. دقت کنید علامت بار در این حالت اهمیت ندارد.

۲- اگر یک جسم باردار را به کلاهک الکتروسکوپ بارداری نزدیک کنیم، دو حالت زیر می‌تواند رخ دهد:
الف) بار جسم و الکتروسکوپ هم‌نام باشد:

در این حالت با نزدیک شدن جسم به الکتروسکوپ، ورقه‌های الکتروسکوپ از هم دورتر می‌شوند.
ب) بار جسم و الکتروسکوپ ناهم‌نام باشد:

در این حالت با نزدیک شدن جسم به کلاهک الکتروسکوپ، ورقه‌ها به هم نزدیک می‌شوند. اگر بار جسم خیلی بزرگ باشد ممکن است ورقه‌ها کاملاً بسته شوند و دوباره شروع به باز شدن کنند.

۳- با توجه به دو نکته فوق می‌توان کاربردهای زیر را برای الکتروسکوپ در نظر گرفت:

الف) تشخیص باردار بودن جسم: کافی است جسم را به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی نزدیک کنیم. اگر ورقه‌ها باز شوند، جسم باردار است.
ب) تشخیص نوع بار جسم: کافی است جسم را به کلاهک یک الکتروسکوپ باردار که نوع بار آن را می‌دانیم نزدیک کنیم. اگر فاصله ورقه‌ها بیش‌تر شد، بار جسم هم‌علامت با بار الکتروسکوپ است و اگر فاصله ورقه‌ها کم‌تر شد، علامت بار جسم باردار مخالف علامت بار الکتروسکوپ است.

پ) تشخیص رسانا یا نارسا بودن جسم:

جسم را به کلاهک الکتروسکوپ بارداری تماس می‌دهیم. اگر فاصله ورقه‌ها از هم تغییر محسوسی نکند، جسم نارسا است و اگر این فاصله تغییر کند، جسم رسانا است.

نکته

اگر یک جسم رسانای خنثی را به کلاهک یک الکتروسکوپ باردار نزدیک کنیم، در اثر القای بار الکتریکی، بارهای ناهم‌نام با کلاهک الکتروسکوپ در سمتی از جسم که نزدیک به کلاهک است قرار می‌گیرند، به‌طوری‌که انگار جسمی با بار ناهم‌نام با الکتروسکوپ به آن نزدیک کرده‌ایم؛ بنابراین ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک می‌شوند.



۳- دو بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه و مثبت q در فاصله ثابتی از هم قرار دارند و به یکدیگر نیروی F را وارد می‌کنند. اگر

$2\mu C$ از بار یکی از آن‌ها کم کرده و به دیگری اضافه کنیم، نیروی الکتریکی بین آن‌ها $\frac{3}{4}F$ می‌شود. بار q چند میکروکولن می‌تواند باشد؟

$$\frac{16}{7} \text{ (۴)}$$

$$4 \text{ (۳)}$$

$$2 \text{ (۲)}$$

$$\frac{4}{7} \text{ (۱)}$$

با توجه به این که $2\mu\text{C}$ از بار اولی برداشته و به دومی اضافه می‌کنیم، بار نهایی آن‌ها به صورت $q-2$ و $q+2$ خواهد شد. از طرفی با توجه به ثابت بودن فاصله بین دو بار طبق رابطه مقایسه‌ای قانون کولن، داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q_1'q_2'|}{|q_1q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \xrightarrow[r=r']{F'=\frac{3}{4}F} \frac{3}{4} = \frac{|(q-2)(q+2)|}{|q \times q|} \xrightarrow{\text{اتحاد مزدوج}} \frac{3}{4} = \frac{|q^2-4|}{|q^2|} \xrightarrow{q^2>0} \frac{3}{4} = \frac{|q^2-4|}{q^2}$$

$$|q^2-4| = \frac{3}{4}q^2 \Rightarrow q^2-4 = \pm \frac{3}{4}q^2$$

حالت اول

$$q^2-4 = +\frac{3}{4}q^2 \Rightarrow \frac{1}{4}q^2 = 4 \Rightarrow q^2 = 16 \Rightarrow |q| = 4\mu\text{C}$$

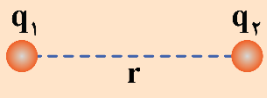
حالت دوم

$$q^2-4 = -\frac{3}{4}q^2 \Rightarrow \frac{7}{4}q^2 = 4 \Rightarrow q^2 = \frac{16}{7} \Rightarrow |q| = \frac{4}{\sqrt{7}}\mu\text{C}$$

با توجه به گزینه‌ها بار q می‌تواند $4\mu\text{C}$ باشد.

کپسول دوبینگ | نیروی الکتریکی

۱- مطابق قانون کولن، اگر بارهای q_1 و q_2 در فاصله r از هم قرار بگیرند، نیروی الکتریکی‌ای که به هم وارد می‌کنند برابر است با:



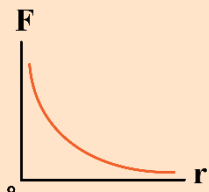
$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

در رابطه بالا، k ثابت کولن است که یکای آن $\frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$ است.

۲- برای مقایسه نیروی الکتریکی بین بارها می‌توان نوشت:

$$F \propto \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{|q_1'q_2'|}{|q_1q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \xrightarrow{\text{اگر اندازه بارها ثابت باشد}} \frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

۳- نمودار تغییرات نیروی الکتریکی بر حسب فاصله دو بار، مطابق شکل به صورت نزولی خواهد بود.



۴- سه کره رسانای مشابه A، B و C با قطر کوچک به ترتیب دارای بارهای الکتریکی q ، $2q$ و $-7q$ هستند. با ثابت ماندن مکان کره‌های A و B، کره C را ابتدا با کره A و سپس با کره B تماس داده و جدا می‌کنیم. اندازه نیروی الکتریکی بین کره‌های A و B بعد از تماس چند برابر حالت اول (قبل از تماس) می‌شود؟

(۱) ۳ (۲) $\frac{3}{2}$ (۳) $\frac{3}{4}$ (۴) $\frac{15}{4}$

با تماس کره C به کره A بار نهایی آن‌ها یکسان و برابر خواهد بود با:

$$q'_A = q'_C = \frac{q_A + q_C}{2} = \frac{q + (-7q)}{2} = \frac{-6q}{2} = -3q$$

حال اگر کره C با بار $-3q$ را به کره B تماس دهیم، بار نهایی هر کدام برابر می‌شود با:

$$q'_B = q''_C = \frac{q_B + q'_C}{2} = \frac{q_C = -3q}{q_B = 2q} \rightarrow q'_B = q''_C = \frac{2q - 3q}{2} = -\frac{q}{2}$$

نیروی بین کره‌های A و B قبل از تماس برابر است با:

$$F = \frac{k|q_A||q_B|}{r^2} = \frac{q_A = q}{q_B = 2q} \rightarrow F = \frac{k \times q \times 2q}{r^2} = \frac{2kq^2}{r^2}$$

از طرفی نیروی بین دو کره A و B بعد از تماس برابر می‌شود با:

$$F' = \frac{k|q'_A||q'_B|}{r^2} = \frac{q'_A = -3q}{q'_B = -\frac{q}{2}} \rightarrow F' = \frac{k \times 3q \times \frac{q}{2}}{r^2} = \frac{3}{2} \frac{kq^2}{r^2}$$

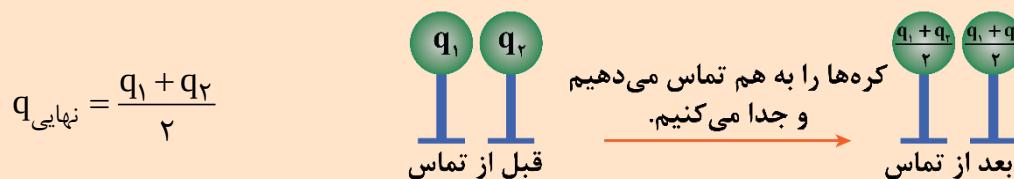
در نهایت نسبت این دو نیرو را می‌یابیم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{3}{2} \frac{kq^2}{r^2}}{\frac{2kq^2}{r^2}} = \frac{3}{4}$$

کپسول دوبینگ | بار الکتریکی

طبق قانون پایستگی بارهای الکتریکی، اگر چند جسم رسانا را به هم تماس دهیم، مجموع بار آن‌ها قبل از تماس با مجموع بار آن‌ها بعد از تماس یکسان خواهد بود.

۱- هنگامی که دو کره فلزی مشابه را به هم تماس می‌دهیم، بار الکتریکی بین آن‌ها به گونه‌ای تقسیم می‌شود که بار نهایی دو کره با هم برابر باشد؛ بنابراین بار هریک از کره‌ها پس از تماس برابر میانگین بار اولیه آن‌ها خواهد بود.



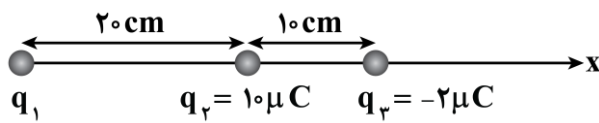
۲- نتیجه فوق برای تعداد بیش‌تری کره فلزی مشابه هم قابل تعمیم است. به طور کلی اگر n کره یکسان که دارای بارهای $q_1, q_2, \dots, q_n$ هستند را هم‌زمان به هم تماس دهیم، بار نهایی همه آن‌ها برابر می‌شود با:

$$q_{\text{نهایی}} = \frac{q_1 + q_2 + \dots + q_n}{n}$$



۵- مطابق شکل زیر، سه ذره باردار در محل خود روی محور x ها ثابت شده‌اند. بار q_1 چند میکروکولن باشد تا برآیند

نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 برابر $\vec{i}(6N)$ شود؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



(۱) ۱۲۰-

(۲) ۱۲۰

(۳) ۶۰-

(۴) ۶۰

(متوسط - محاسباتی - استاندارد) (صفحه ۸ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا اندازه نیروی الکتریکی‌ای که بار q_2 به بار q_3 وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

$$F_{23} = \frac{k|q_2||q_3|}{r_{23}^2} \xrightarrow{q_2=10 \times 10^{-6} C, q_3=-2 \times 10^{-6} C} F_{23} = \frac{9 \times 10^9 \times 10 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 18 N$$

دو بار q_2 و q_3 ناهم‌نام هستند؛ پس بار q_2 نیروی جاذبه بر بار q_3 اعمال خواهد کرد؛ در نتیجه جهت نیروی F_{23} در خلاف جهت مثبت محور x خواهد بود:

$$\vec{F}_{23} = (-18N)\vec{i}$$

از طرفی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 برابر است با:

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} \xrightarrow{F_T=(6N)\vec{i}} 6\vec{i} = \vec{F}_{13} + (-18\vec{i}) \Rightarrow \vec{F}_{13} = (24N)\vec{i}$$

پس نیروی بین دو بار q_1 و q_3 در جهت مثبت محور x یعنی از نوع دافعه است؛ پس دو بار q_1 و q_3 هم‌نام خواهند بود ($q_1 < 0$). در نهایت طبق قانون کولن می‌توانیم بار q_1 را بیابیم:

$$F_{13} = \frac{k|q_1||q_3|}{r^2} \xrightarrow{F_{13}=24N, r=30cm=0.3m} 24 = \frac{9 \times 10^9 \times |q_1| \times 2 \times 10^{-6}}{(0.3)^2}$$

$$\Rightarrow |q_1| = 120 \times 10^{-6} C = 120 \mu C \xrightarrow{q_1 < 0} q_1 = -120 \mu C$$

کپسول دوپینگ | محاسبه نیروی الکتریکی در حضور چند بار

در سؤالاتی که چند بار الکتریکی وجود دارند و نیروی الکتریکی وارد بر یکی از آن‌ها را می‌خواهیم، گام‌های زیر را طی می‌کنیم.

گام اول: بردار نیروی الکتریکی که هر یک از بارها وارد می‌کنند را رسم می‌کنیم.

گام دوم: نیروهای الکتریکی را جداگانه محاسبه می‌کنیم.

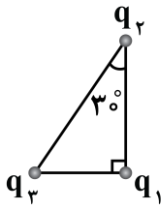
گام سوم: بردارهای به‌دست‌آمده را به‌صورت برداری جمع می‌کنیم. اگر بردارها هم‌جهت باشند، اندازه آن‌ها جمع می‌شود، اگر خلاف جهت هم باشند، اندازه آن‌ها از هم کم می‌شود و اگر عمود بر هم باشند با کمک رابطه فیثاغورس برآیند آن‌ها محاسبه می‌شود.

در ادامه با حل یک مثال، مطالب فوق را مرور می‌کنیم.



۶- در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای در رأس‌های یک مثلث ثابت شده‌اند و بزرگی نیروی الکتریکی که هریک از بارهای q_2 و q_3 به بار q_1 وارد می‌کنند، باهم برابر است. اگر نیروی الکتریکی بین دو بار q_2 و q_3 ، ۲۰ درصد کمتر از نیروی الکتریکی

بین دو بار q_1 و q_3 باشد، حاصل $\left| \frac{q_3}{q_1} \right|$ کدام است؟



- (۲) $\frac{16}{15}$
(۴) $\frac{1}{15}$

- (۱) $\frac{4}{15}$
(۳) $\frac{16}{3}$

(متوسط - محاسباتی - استاندارد) (صفحه ۹ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

با استفاده از داده‌های صورت سؤال، داریم:

$$F_{21} = F_{31}$$

$$F_{23} = \left(1 - \frac{20}{100}\right) F_{31} \Rightarrow F_{23} = \frac{4}{5} F_{31} \xrightarrow{F_{21}=F_{31}} F_{23} = \frac{4}{5} F_{21} (*)$$

چون در مثلث قائم‌الزاویه، ضلع مجاور زاویه 30° ، $\frac{\sqrt{3}}{2}$ برابر وتر است؛ بنابراین $r_{21} = \frac{\sqrt{3}}{2} r_{23}$ است.

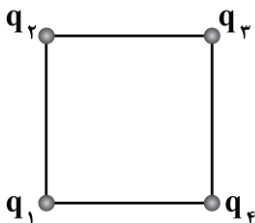
با استفاده از رابطه قانون کولن در رابطه (*)، داریم:

$$\frac{k|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = \frac{4}{5} \left(\frac{k|q_2||q_1|}{r_{21}^2} \right) \Rightarrow \frac{|q_3|}{r_{23}^2} = \frac{4}{5} \left(\frac{|q_1|}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} r_{23}\right)^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{|q_3|}{|q_1|} = \frac{16}{15}$$

•• ilo ••

۷- مطابق شکل زیر، چهار ذره باردار بر روی رئوس یک مربع، ثابت شده‌اند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_4 صفر باشد، چه تعداد از موارد زیر، الزاماً درست است؟



(۴) صفر

(۳) ۱

(۲) ۲

(۱) ۳

الف - بارهای q_1 و q_3 هم‌نام و هم‌اندازه‌اند.

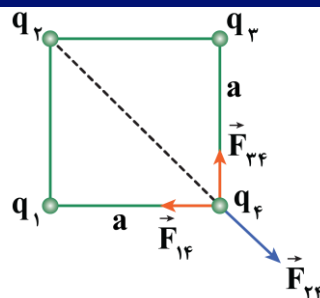
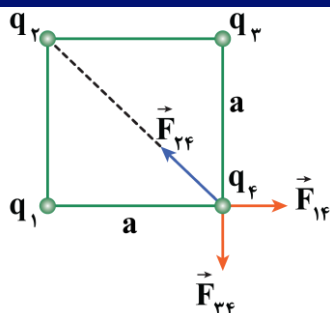
ب - بارهای q_3 و q_4 هم‌نام‌اند.

ج - بارهای q_2 و q_4 ناهم‌نام‌اند.

(متوسط - محاسباتی - استاندارد) (صفحه ۹ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

برای آن که نیروی خالص وارد بر بار q_4 صفر باشد، نیروهای وارد بر آن باید به یکی از صورت‌های مقابل باشد:



طبق جهت نیروهای $\vec{F}_{14}$ و $\vec{F}_{34}$ ، بارهای q_1 و q_3 الزاماً باید هم‌نام باشند. از طرفی، برآیند آن‌ها باید در امتداد قطر مربع باشد تا با نیروی $\vec{F}_{24}$ خنثی شود؛ بنابراین این دو نیرو باید الزاماً هم‌اندازه باشند. در نتیجه، داریم:

$$|\vec{F}_{14}| = |\vec{F}_{34}| \Rightarrow \frac{k|q_1||q_4|}{r^2} = \frac{k|q_3||q_4|}{r^2} \Rightarrow |q_1| = |q_3|$$

در نتیجه مورد «الف» الزاماً درست است.

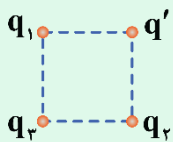
طبق دو حالت رسم‌شده، نیروهای $\vec{F}_{24}$ و $\vec{F}_{34}$ ممکن است از نوع جاذبه یا دافعه باشند؛ بنابراین بارهای q_3 و q_4 و نیز بارهای q_2 و q_4 ممکن است ناهم‌نام یا هم‌نام باشند. در نتیجه، موارد «ب» و «ج» الزاماً درست نیستند.

راهنمای مسیرت

از اونجا که طراح کنکورهای اخیر، علاقه زیادی به مربع دایره اینو برات آوردیم!



اگر مطابق شکل زیر، چهار بار الکتریکی در چهار رأس یک مربع قرار داشته باشند، برای این‌که نیروی خالص وارد بر بار q' صفر شود، داریم:



$$q_3 = -2\sqrt{2}q_1 = -2\sqrt{2}q_2$$



۸- درون میدان الکتریکی یکنواختی به بار $q = -2\mu\text{C}$ نیرویی به بزرگی 4 N وارد می‌شود. اگر بار $q' = +12\mu\text{C}$ به جرم 3 mg درون این میدان الکتریکی رها شود، اندازه شتاب حرکت آن چند متر بر مربع ثانیه خواهد بود؟ (از نیروی وزن ذرات صرف‌نظر شود.)

$$16 \times 10^{-5} \quad (4)$$

$$16 \times 10^{-2} \quad (3)$$

$$\frac{8}{3} \times 10^{-5} \quad (2)$$

$$\frac{8}{3} \times 10^{-2} \quad (1)$$

(متوسط - محاسباتی - استاندارد ۱ - صفحه ۱۱-۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا با توجه به نیروی اعمال‌شده به بار q ، اندازه میدان الکتریکی یکنواخت را محاسبه می‌کنیم:

$$E = \frac{F}{|q|} = \frac{4\text{ N}}{2 \times 10^{-6}\text{ C}} = 4 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

حال با داشتن اندازه میدان، اندازه نیروی الکتریکی واردشده به بار q' را حساب می‌کنیم:

$$E = \frac{F'}{|q'|} \Rightarrow 4 \times 10^5 = \frac{F'}{12 \times 10^{-6}} \Rightarrow F' = 4\text{ N}$$

در نهایت با استفاده از قانون دوم نیوتون، اندازه شتاب ذره q' را می‌یابیم:

$$F_T = ma \Rightarrow F' = ma \xrightarrow{m=3 \times 10^{-6}\text{ kg}} 4\text{ N} = 3 \times 10^{-6} a \Rightarrow a = \frac{4}{3} \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



فرض کنید بار الکتریکی q در میدان الکتریکی $\vec{E}$ قرار گیرد. خوب است نکات زیر را در مورد آن به خاطر بسپارید.

اندازه نیروی الکتریکی وارد بر بار q برابر $F = |q|E$ است.

اگر بار q مثبت باشد، نیروی الکتریکی وارد بر آن هم جهت با میدان خواهد بود.

اگر بار q منفی باشد، نیروی الکتریکی وارد بر آن در خلاف جهت با میدان خواهد بود.



۹- نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای $q_1 = -180 \mu C$ و $q_2 = 5 \mu C$ در فاصله r برابر $32/4 N$ است. در فاصله چند

سانتی‌متری از بار q_1 ، میدان الکتریکی خالص حاصل از دو بار برابر صفر است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

۶۵ (۴)

۶۰ (۳)

۱۵ (۲)

۱۰ (۱)

(سخت - محاسباتی - استاندارد ۱۱۰۱ - صفحه ۱۲ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا با استفاده از قانون کولن، فاصله بین دو بار الکتریکی را محاسبه می‌کنیم:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \quad k = 9 \cdot \frac{N \cdot cm^2}{\mu C^2}, F = 32/4 N$$

$$\rightarrow 32/4 = \frac{9 \times 180 \times 5}{r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{81 \times 10^3}{32/4} = 2500 \Rightarrow r = 50 cm$$

چون دو بار ناهم‌نام هستند، روی خط واصل دو بار و خارج از فاصله آن‌ها و نزدیک به باری که اندازه کوچک‌تری دارد، می‌توان نقطه‌ای یافت که میدان الکتریکی خالص حاصل از دو بار، برابر صفر شود. برای این که میدان حاصل از دو بار در نقطه دلخواهی صفر شود، باید میدان دو بار در آن نقطه با هم برابر و خلاف جهت یکدیگر باشند، در نتیجه داریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{|q_1|}{r_1^2} = k \frac{|q_2|}{r_2^2} \quad \begin{matrix} r_1 = r + x \\ r_2 = x \end{matrix}$$

$$\frac{180}{(r+x)^2} = \frac{5}{x^2} \quad \begin{matrix} \text{جذر می‌گیریم.} \\ \text{۳۶} \end{matrix} \rightarrow \frac{6}{r+x} = \frac{1}{x} \Rightarrow 6x = r + x$$

$$\Delta x = r \Rightarrow x = \frac{r}{5} \quad \begin{matrix} r = 50 cm \\ \Delta \end{matrix} \rightarrow x = \frac{50}{5} = 10 cm$$

چون فاصله این نقطه از بار q_1 خواسته شده است، داریم:

$$r_1 = r + x = 50 + 10 = 60 cm$$



برای این که میدان الکتریکی خالص ناشی از دو ذره باردار q_1 و q_2 در یک نقطه صفر شود، دو حالت داریم:

۱- q_1 و q_2 هم‌نام باشند: در این حالت میدان الکتریکی خالص بر روی خط واصل دو بار، بین دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر صفر می‌شود و داریم:

$$\begin{matrix} q_1 & & q_2 \\ \leftarrow & & \rightarrow \\ r_1 & & r_2 \end{matrix}$$

$$|q_1| < |q_2|$$

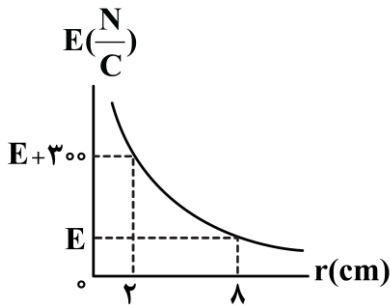
$$\frac{|q_2|}{|q_1|} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

۲- q_1 و q_2 ناهم نام باشند: در این حالت میدان الکتریکی خالص بر روی خط واصل دو بار، خارج از فاصله دو بار و نزدیک به بار کوچکتر صفر می شود و داریم:

$$|q_1| < |q_2|$$

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

۱۰- نمودار میدان الکتریکی بار نقطه ای q بر حسب فاصله از آن مطابق شکل زیر است. در فاصله چند سانتی متری از این بار، بزرگی میدان الکتریکی برابر $\frac{N}{C}$ است؟



- (۱) ۴
(۲) ۱۶
(۳) ۳۲
(۴) ۴۰

(متوسط - محاسباتی - استاندارد) (صفحه ۱۳ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا با استفاده از رابطه میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار، E را محاسبه می کنیم:

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{E_1=E, r_1=8\text{cm}, E_2=E+300, r_2=2\text{cm}}$$

$$\frac{E+300}{E} = \left(\frac{8}{2}\right)^2 \Rightarrow E+300=16E \Rightarrow 15E=300 \Rightarrow E=20 \frac{N}{C}$$

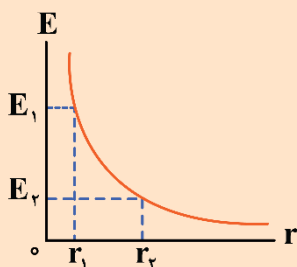
بار دیگر رابطه مقایسه ای را برای فاصله مجهول می نویسیم:

$$\frac{E_3}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_3}\right)^2 \xrightarrow{E_1=20 \frac{N}{C}, r_1=8\text{cm}, E_3=5 \frac{N}{C}} \frac{5}{20} = \left(\frac{8}{r_3}\right)^2$$

$$\frac{1}{4} = \left(\frac{8}{r_3}\right)^2 \xrightarrow{\text{جذر می گیریم}} \frac{1}{r_3} = \frac{1}{2} \Rightarrow r_3 = 16\text{cm}$$

کپسول دوبینگ | نمودار بزرگی میدان الکتریکی بر حسب فاصله از بار

نمودار تغییرات بزرگی میدان الکتریکی بر حسب فاصله از بار، مطابق شکل مقابل است: همان طور که واضح است با افزایش فاصله از بار، بزرگی میدان کاهش می یابد.



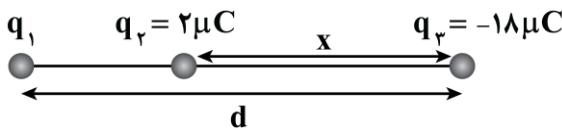
$$E = \frac{k|q|}{r^2} \xrightarrow{k|q| \text{ ثابت است}} E \propto \frac{1}{r^2}$$

نکته

اگر بزرگی میدان الکتریکی بار q در فاصله r_1 برابر با E_1 و در فاصله r_2 برابر با E_2 باشد، داریم:

$$\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

۱۱- در شکل زیر، سه ذره باردار روی یک خط راست، ثابت شده‌اند و نیروی الکتریکی خالص وارد بر هریک از بارها برابر صفر است. به ترتیب از راست به چپ نسبت $\frac{d}{x}$ و بار q_1 بر حسب میکروکولن کدام است؟



$$(1) \frac{9}{2}, \frac{3}{2}$$

$$(2) 9, 2$$

$$(3) -\frac{9}{2}, \frac{3}{2}$$

$$(4) -9, 2$$

(سخت - محاسباتی - استاندارد) - صفحه ۹ - ۱۱۰۱

پاسخ: گزینه ۳

با فرض تعادل بار q_1 و با استفاده از قانون کولن، داریم:

$$F_{21} = F_{31} = k \frac{|q_2||q_1|}{r_{21}^2} = k \frac{|q_3||q_1|}{r_{31}^2} \quad q_2 = 2 \mu C, q_3 = -18 \mu C$$

$$r_{21} = d - x, r_{31} = d$$

$$\frac{1}{(d-x)^2} = \frac{9}{d^2} \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} \frac{1}{d-x} = \frac{3}{d} \Rightarrow 3d - 3x = d$$

$$\Rightarrow d = \frac{3}{2}x$$

اکنون یکی از بارهای q_2 یا q_3 را در حال تعادل می‌گیریم. اگر بار q_3 را در حال تعادل فرض کنیم، داریم:

$$F_{13} = F_{23} \Rightarrow k \frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^2} = k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} \quad q_2 = 2 \mu C$$

$$r_{13} = d, r_{23} = x, d = \frac{3}{2}x$$

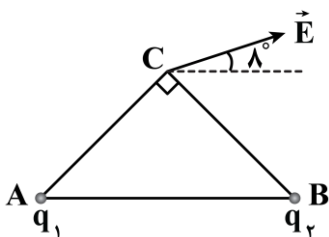
$$\frac{|q_1|}{(\frac{3}{2}x)^2} = \frac{2}{x^2} \Rightarrow |q_1| = 2 \times \frac{9}{4} = \frac{9}{2} \mu C$$

از طرفی چون بار q_2 بین دو بار q_1 و q_3 در حال تعادل است؛ پس بارهای q_1 و q_3 هم‌نام هستند:

$$q_1 = -\frac{9}{2} \mu C$$



۱۲- در شکل زیر، دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در دو رأس یک مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین قرار دارند و میدان خالص حاصل از این دو بار در رأس C ، برابر $\vec{E}$ است. اندازه بار q_1 را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا میدان خالص، موازی خط AB شود؟ ($\sin 53^\circ = 0.8$) و خط‌چین رسم‌شده با وتر مثلث موازی است.

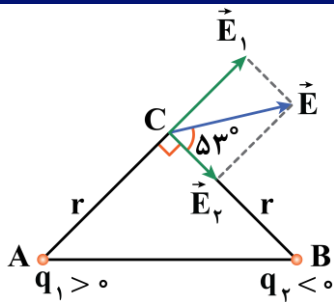


$$(1) 75, \text{ کاهش}$$

$$(2) 75, \text{ افزایش}$$

$$(3) 25, \text{ کاهش}$$

$$(4) 25, \text{ افزایش}$$



با توجه به بردار $\vec{E}$ ، بردارهای $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ مطابق شکل مقابل هستند. در نتیجه، داریم:

$$\tan 30^\circ = \frac{E_1}{E_2} = \frac{k \frac{|q_1|}{r_1^2}}{k \frac{|q_2|}{r_2^2}} \quad r_1 = r_2, \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{|q_1|}{|q_2|} \rightarrow q_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} |q_2| \quad (1)$$

برای این که میدان خالص موازی خط AB شود، باید اندازه دو بردار $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ برابر شود.

چون فاصله بارهای q_1 و q_2 تا نقطه C یکسان است؛ بنابراین اندازه بار q_1 باید برابر اندازه بار q_2 شود:

$$q_1 = |q_2| \quad (2)$$

در نتیجه درصد تغییرات بار $|q_1|$ برابر است با:

$$\frac{q_1' - q_1}{q_1} \times 100 = \left(\frac{q_1'}{q_1} - 1 \right) \times 100 \xrightarrow{(2), (1)} \left(\frac{|q_2|}{\frac{1}{\sqrt{3}} |q_2|} - 1 \right) \times 100 = \left(\sqrt{3} - 1 \right) \times 100 = -25\%$$

یعنی اندازه بار q_1 باید ۲۵ درصد کاهش یابد.



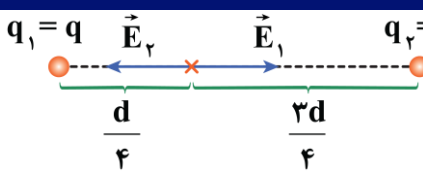
۱۳- دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام که اندازه یکی ۴ برابر دیگری است، به فاصله d از یکدیگر قرار دارند و بزرگی میدان برآیند در بین دو بار در فاصله $\frac{d}{4}$ از بار کوچک‌تر برابر $300 \frac{N}{C}$ است. اگر بار بزرگ‌تر را خنثی کنیم، بزرگی میدان الکتریکی در همان نقطه چند واحد SI خواهد بود؟

۵۴۰ (۴)

۴۲۰ (۳)

۲۷۰ (۲)

۱۰۰ (۱)



با فرض مثبت بودن دو بار، شکلی از مسئله ترسیم می‌کنیم (جهت میدان اطراف بار مثبت به سمت خارج بار است).

ابتدا میدان حاصل از هر بار را در نقطه مفروض به دست می‌آوریم:

$$E_1 = \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{kq}{\left(\frac{d}{4}\right)^2} = \frac{16kq}{d^2}, \quad E_2 = \frac{k|q_2|}{r_2^2} = \frac{k \times 4q}{\left(\frac{3d}{4}\right)^2} = \frac{64kq}{9d^2}$$

با توجه به این که دو میدان در خلاف جهت هم هستند میدان برآیند برابر خواهد بود با:

$$E_T = E_1 - E_2 = \frac{16kq}{d^2} - \frac{64kq}{9d^2} = \frac{80kq}{9d^2}$$

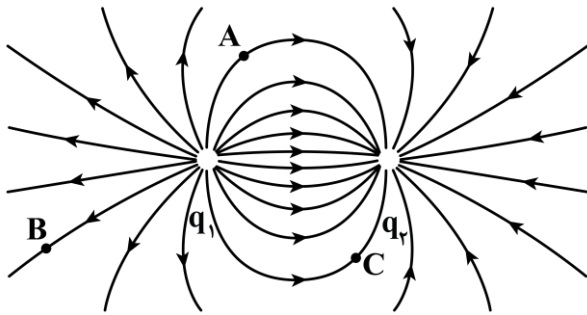
$$E_T = 300 \frac{N}{C} \Rightarrow \frac{80kq}{9d^2} = 300 \Rightarrow \frac{kq}{d^2} = \frac{270}{8} \quad (I)$$

در حالت دوم با خنثی شدن بار بزرگ‌تر، میدان برآیند برابر میدان حاصل از بار کوچک‌تر خواهد بود:

$$E'_T = E_1 = \frac{16kq}{d^2} \xrightarrow{(I)} E'_T = 16 \times \frac{270}{8} = 540 \frac{N}{C}$$



۱۴- در شکل زیر، خطوط میدان الکتریکی ناشی از دو بار الکتریکی رسم شده است. چه تعداد از عبارتهای زیر نادرست است؟



- الف - بار q_1 منفی و بار q_2 مثبت است.
 ب - اندازه دو بار با یکدیگر برابر است.
 ج - اگر یک بار منفی را در نقاط A، B یا C قرار دهیم، نیروی وارد بر این بار منفی در خلاف جهت خطوط میدان خواهد بود.

- (۱) صفر
 (۲) ۱
 (۳) ۲
 (۴) ۳

(آسان - خطبه خط - سریع - صفحه ۱۸ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

بررسی موارد:

الف

خطوط میدان از q_1 خارج شده و به q_2 وارد می شود؛ بنابراین q_1 مثبت و q_2 منفی است. (✗)

ب

با توجه به این که تراکم خطوط میدان در اطراف دو بار یکسان است، درمی یابیم اندازه دو بار با یکدیگر برابر است. (✓)

ج

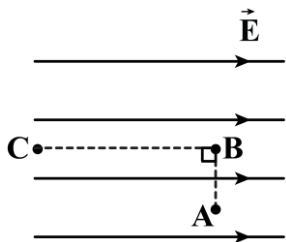
نیروی وارد بر بار منفی در میدان الکتریکی، در خلاف جهت خطوط میدان است. (✓)
 بنابراین فقط عبارت «الف» نادرست است.

•••

۱۵- بار الکتریکی q ، مطابق شکل زیر، از نقطه A تا نقطه B سپس تا نقطه C در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی

$$4 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}} \text{ جابه جا می شود و کار نیروی الکتریکی در این جابه جایی برابر } 4/8 \text{ mJ است. بار } q \text{ چند نانوکولن است؟}$$

$$(AB = 5 \text{ cm}, BC = 15 \text{ cm})$$



$$(1) -240\sqrt{10}$$

$$(2) 240\sqrt{10}$$

$$(3) -800$$

$$(4) 800$$

(متوسط - محاسباتی - استاندارد - صفحه ۲۲ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

می دانیم که بر ذره باردار، نیروی الکتریکی در راستای خطوط میدان الکتریکی وارد می شود. چون در جابه جایی AB، جابه جایی بر راستای نیرو عمود است، کار میدان الکتریکی در این جابه جایی برابر صفر است. از طرفی با توجه به این که کار نیروی الکتریکی مثبت است، درمی یابیم نیرو و جابه جایی در مسیر BC هم جهت اند و بنابراین بار ذره، منفی است:

$$W_E = W_{BC} = E|q|d \cos \theta \rightarrow \begin{matrix} W_E = 4/8 \times 10^{-3} \text{ J}, \cos \theta = 1 \\ E = 4 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}, d = 15 \times 10^{-2} \text{ m} \end{matrix}$$

$$4/8 \times 10^{-3} = 4 \times 10^4 \times |q| \times 15 \times 10^{-2} \Rightarrow |q| = 8 \times 10^{-7} \text{ C} = 800 \text{ nC}$$

$$\Rightarrow q = -800 \text{ nC}$$

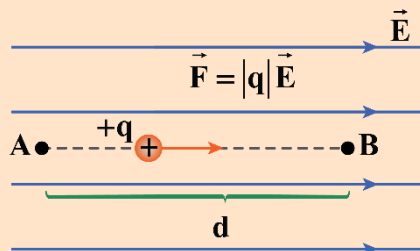
کپسول دوبینگ | کار نیروی الکتریکی

کار نیروی الکتریکی وارد بر یک ذره باردار در میدان الکتریکی $\vec{E}$ در یک جابه‌جایی مشخص، برابر با قرینه تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی در همان جابه‌جایی است.

$$W_E = -\Delta U_E$$

کپسول دوبینگ | تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک ذره باردار در میدان الکتریکی یکنواخت

فرض کنید ذره باردار $+q$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ تحت اثر میدان الکتریکی، جابه‌جایی $\vec{d}$ را انجام می‌دهد. طبق تعریف کار یک نیرو، خواهیم داشت:



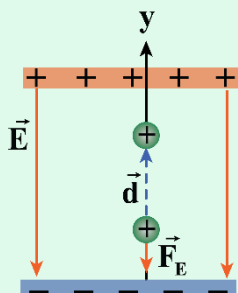
$$W_E = F_E d \cos \theta = |q| E d \cos \theta$$

$$\Delta U_E = -W_E = -|q| E d \cos \theta$$

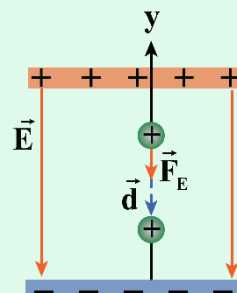
θ زاویه بین نیروی الکتریکی $\vec{F}_E$ و جابه‌جایی $\vec{d}$ است.

نکات طلایی

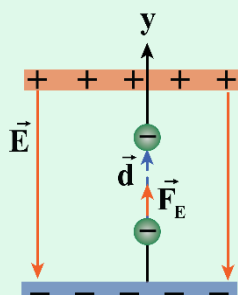
- ۱- به‌سادگی می‌توان دریافت، اگر بار الکتریکی مثبت، در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد و اگر بار الکتریکی منفی، در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.
 - ۲- اگر یک بار الکتریکی را در یک میدان الکتریکی رها سازیم، همواره به سمتی می‌رود که انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد و اگر برای جابه‌جایی آن مجبور باشیم به‌زور این کار را انجام دهیم، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.
- در شکل‌های زیر، چند حالت مربوط به جابه‌جایی بارهای مختلف و تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی نشان داده شده است.



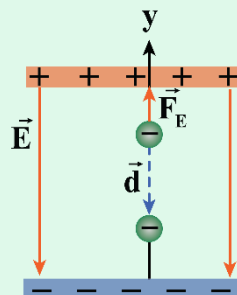
(الف) بار مثبت در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ حرکت می‌کند: میدان الکتریکی، کار مثبت W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E افزایش می‌یابد.



(ب) بار مثبت در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ حرکت می‌کند: میدان الکتریکی، کار منفی W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E کاهش می‌یابد.

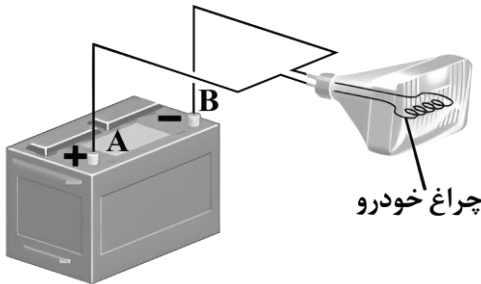


(پ) بار منفی در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ حرکت می‌کند: میدان الکتریکی، کار مثبت W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E افزایش می‌یابد.



(ت) بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ حرکت می‌کند: میدان الکتریکی، کار منفی W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E کاهش می‌یابد.

- ۱۶- اختلاف پتانسیل الکتریکی پایانه‌های باتری خودروی نشان داده شده در شکل برابر ۱۲V است. اگر بار الکتریکی ۵۰- کولن از پایانه منفی به پایانه مثبت باتری جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند ژول تغییر می‌کند؟



- (۱) ۶۰۰
(۲) ۳۰۰
(۳) -۶۰۰
(۴) -۳۰۰

(آسان - محاسباتی - سریع) - صفحه ۲۵ - ۱۱۰۱

پاسخ: گزینه ۳

با استفاده از رابطه زیر، داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta U = q\Delta V = q(V_+ - V_-) = (-50)(+12) = -600 \text{ J}$$

بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی این بار به اندازه ۶۰۰ J کاهش یافته است.

راهنمای مسیرت 

شاید فکر کنی این سؤالای ساده تو کنکور نمیان ولی می‌خوام بهت بگم هر سال چند سؤال ساده مشابه تمرین کتاب توی کنکور هست. از دستشون ندی!

کپسول دوبینگ | تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی و اختلاف پتانسیل الکتریکی 

۱- هنگامی که بار q بین دو نقطه که اختلاف پتانسیل آن‌ها برابر ΔV است، جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن تغییر می‌کند. تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار یعنی ΔU به صورت زیر به دست می‌آید:

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

۲- مطابق رابطه بالا، بار مثبت با حرکت به سمت پتانسیل‌های بیش‌تر، انرژی پتانسیل الکتریکی‌اش زیاد می‌شود و انرژی پتانسیل الکتریکی بار منفی با حرکت به سمت پتانسیل‌های کم‌تر بیش‌تر می‌شود.

۳- اگر یک بار الکتریکی در جهت خودبه‌خودی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن حتماً کم می‌شود. جهت حرکت خودبه‌خودی بار مثبت در جهت خطوط میدان الکتریکی است، درحالی‌که جهت حرکت خودبه‌خودی بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی است.

۴- با حرکت در جهت خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی (V) کاهش می‌یابد.



$$V_B < V_A$$

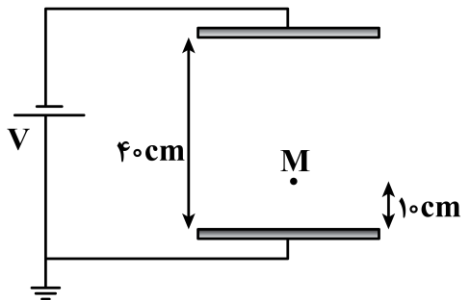
نکته 

نوع و اندازه بار ذره در نحوه تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی (ΔU) مؤثر است؛ ولی در نحوه تغییرات پتانسیل الکتریکی (ΔV) تأثیری ندارد.

همچنین با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند.



۱۷- در شکل زیر، پتانسیل الکتریکی نقطه M برابر V' است. اگر صفحه بالایی را به اندازه 8cm به سمت بالا جابه‌جا کنیم، صفحه پایینی را چند سانتی‌متر و به کدام جهت حرکت دهیم تا پتانسیل الکتریکی نقطه M برابر $\frac{4}{5}V'$ شود؟



(۱) $2/5$ ، بالا

(۲) $2/5$ ، پایین

(۳) $5/5$ ، بالا

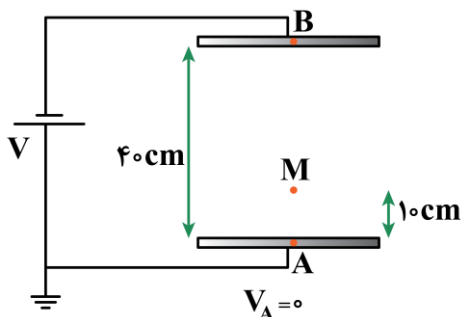
(۴) $5/5$ ، پایین

(سخت - محاسباتی - زمان‌بر ۵ - صفحه ۲۶ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

چون میدان الکتریکی بین دو صفحه یکنواخت است، با توجه به رابطه $\Delta V = Ed$ ، در هر دو حالت می‌توان نوشت:

حالت اول



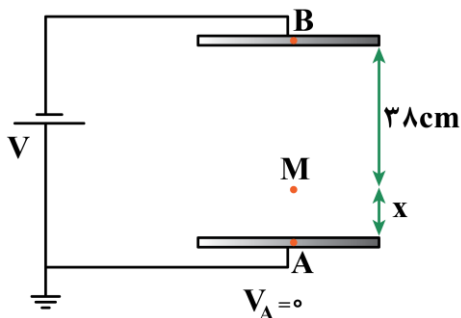
$$E = \frac{\Delta V_{AB}}{d_{AB}} = \frac{V}{0.4}$$

$$\Delta V = Ed \Rightarrow V_A - V_M = \frac{V}{0.4} \times 0.1$$

$$\frac{V_A = 0}{V_M = V'} \rightarrow -V' = \frac{V}{4} \quad (1)$$

حالت دوم

در این حالت صفحه بالایی 8cm بالا رفته و فاصله آن تا نقطه M به 38cm رسیده است. اگر فرض کنیم با جابه‌جایی صفحه پایینی، فاصله آن تا نقطه M به x می‌رسد، داریم:



$$E = \frac{\Delta V_{AB}}{d_{AB}} = \frac{V}{0.38 + x}$$

$$\Delta V = Ed \Rightarrow V_A - V_M = \frac{V}{0.38 + x} \times x$$

$$\frac{V_A = 0}{V_M = \frac{4}{5}V'} \rightarrow 0 - \frac{4}{5}V' = \frac{V}{0.38 + x} \times x \quad (2)$$

با توجه به روابط (۱) و (۲) می‌توان نوشت:

$$\frac{-\frac{4}{5}V'}{-V'} = \frac{\frac{V}{0.38 + x} \times x}{\frac{V}{4}} \Rightarrow \frac{4}{5} = \frac{4x}{0.38 + x} \Rightarrow x = 0.095\text{m} = 9.5\text{cm}$$

بنابراین صفحه پایینی باید 9.5cm به سمت بالا جابه‌جا شود.

راهنمای مسیرت

مشابه این سؤال توی کنکور اومده ولی این‌جا یک پله سخت‌تر شده تا بتونی خودتو محک بزنی!



در یک میدان الکتریکی یکنواخت اگر فاصله دو نقطه در راستای خطوط میدان d باشد، داریم:

$$\frac{\Delta V_{AB}}{\Delta V_{CD}} = \frac{d_{AB}}{d_{CD}}$$

کپسول دویپینگ | باتری

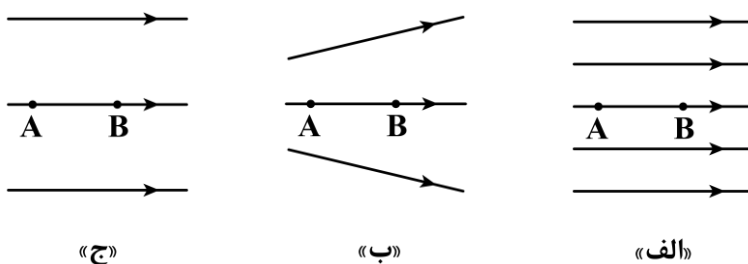
هر باتری دو پایانه دارد که یکی با علامت مثبت و دیگری با علامت منفی نشان داده می‌شود. بنا به قرارداد، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری برابر با پتانسیل پایانه مثبت منهای پتانسیل پایانه منفی است. اگر پتانسیل پایانه منفی را با V_- و پتانسیل پایانه مثبت را با V_+ نشان دهیم، داریم:

$$\Delta V = V_+ - V_-$$

بنابراین، وقتی می‌گوییم باتری خودرو ۱۲ ولت است، یعنی پتانسیل پایانه مثبت به اندازه ۱۲ ولت از پتانسیل پایانه منفی آن بیش‌تر است؛ مثلاً اگر پتانسیل پایانه منفی را برابر با $-4V$ فرض کنیم، پتانسیل پایانه مثبت برابر $+8V$ خواهد شد. می‌توان پایانه منفی را مرجع پتانسیل در نظر گرفت؛ در این صورت، پتانسیل پایانه مثبت برابر $+12V$ می‌شود. معمولاً (به‌خصوص در مهندسی برق) پتانسیل زمین یا نقطه‌ای از مدار را برابر صفر می‌گیرند و به آن نقطه، اصطلاحاً نقطه زمین می‌گویند و پتانسیل نقطه‌های دیگر را نسبت به آن می‌سنجند. نقطه زمین را در مدارهای الکتریکی با نماد $\perp$ نشان می‌دهند.



۱۸- شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش، یک پروتون از حالت سکون در نقطه A رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه B شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. در شکل بیش‌تر است. سرعت پروتون در نقطه B بیش‌تر است. همچنین اندازه اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B در شکل بیش‌تر است.



(۱) «الف» - «الف»

(۲) «ج» - «ج»

(۳) «الف» - «ج»

(۴) «ب» - «الف»

(آسان - مفهومی - استاندارد) (صفحه ۲۴ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از رابطه $\Delta V = Ed$ به دست می‌آید. چون تراکم خطوط میدان در شکل «الف» بیش‌تر است؛ بنابراین اندازه میدان الکتریکی در شکل «الف» بزرگ‌تر بوده و اندازه اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B در شکل «الف» بیش‌تر است. از طرفی وقتی یک بار مثبت از نقطه A تا نقطه B در جهت خطوط میدان حرکت می‌کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش و انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد.

$$\Delta K = -\Delta U \xrightarrow{\Delta U < 0} \Delta K = +Eqd \Rightarrow \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = Eqd$$

چون اندازه میدان الکتریکی E در شکل «الف» بیش‌تر است؛ بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی بار مثبت در شکل «الف» بیش‌تر کاهش یافته و انرژی جنبشی آن در شکل «الف» بیش‌تر افزایش می‌یابد؛ بنابراین تندی بار مثبت در شکل «الف» در نقطه B بیش‌تر است.

راهنمای مسیرت

این سؤال برگرفته از تمرین کتاب هستش و ایده مشابهش توی کنکور اومده.

کپسول دوبیینگ | پایستگی انرژی و انرژی پتانسیل الکتریکی

در مسائلی که اتلاف انرژی نداریم و نیرویی جز نیروی الکتریکی روی ذره کار انجام نمی‌دهد، تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی و انرژی جنبشی، قرینه هم هستند؛ بنابراین برای محاسبه تغییرات انرژی جنبشی کافی است تغییرات انرژی پتانسیل را محاسبه کنیم و سپس آن را قرینه کنیم. پایستگی انرژی: $\Delta U + \Delta K = 0 \Rightarrow \Delta K = -\Delta U$

بنابراین با توجه به این که $|\Delta U| = |Eqd \cos \alpha|$ است، برای محاسبه ΔK داریم:

$$|\Delta K| = |Eqd \cos \alpha|$$

در حالتی که روی ذره فقط نیروی الکتریکی کار انجام می‌دهد، هرگاه در جهت خودبه‌خودی حرکت کند، $\Delta K > 0$ است و انرژی جنبشی زیاد می‌شود و هرگاه بار الکتریکی در خلاف جهت خودبه‌خودی حرکت کند، $\Delta K < 0$ است و انرژی جنبشی کم می‌شود.



۱- هنگامی که یک بار الکتریکی در جهت خودبه‌خودی، یعنی در جهت نیروی الکتریکی وارد بر آن حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین به نتیجه زیر می‌رسیم:

(الف) با حرکت بار مثبت در جهت میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

(ب) با حرکت بار منفی در خلاف جهت میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

۲- هنگامی که یک بار الکتریکی در خلاف جهت خودبه‌خودی، یعنی در خلاف جهت نیروی الکتریکی وارد بر آن حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد؛ بنابراین به نتیجه زیر می‌رسیم:

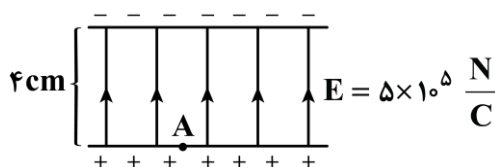
(الف) با حرکت بار مثبت در خلاف جهت میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

(ب) با حرکت بار منفی در جهت میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

۳- با حرکت هر نوع بار الکتریکی در جهت عمود بر میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی آن تغییر نمی‌کند.



۱۹- ذره‌ای به جرم 200g و بار $6\mu\text{C}$ از نقطه A رها می‌شود. انرژی جنبشی این ذره هنگام رسیدن به صفحه بالایی به چند ژول می‌رسد؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



(۲) ۰/۴

(۱) ۰/۰۴

(۴) ۰/۲

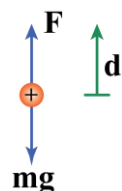
(۳) ۰/۰۲

(متوسط - محاسباتی - استاندارد) (صفحه ۲۲ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۱



اول کار انجام‌شده توسط نیروهای F_E و mg رو به‌دست بیار. بعدش طبق قضیه کار-انرژی، انرژی جنبشی ذره رو به‌دست بیار.



به این بار مثبت، نیروی الکتریکی در جهت میدان (رو به بالا) و نیروی وزن (رو به پایین) وارد می‌شود.

ابتدا کار انجام‌شده توسط هریک از نیروها را محاسبه می‌کنیم:

$$W_F = |q|Ed \cos 0^\circ = \frac{q = 6 \times 10^{-6} \text{ C}, E = 5 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}}{d = 0.04 \text{ m}} \rightarrow W_F = 6 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^5 \times 0.04 \times 1$$

$$\Rightarrow W_F = +0.12 \text{ J}$$

$$W_{mg} = mgd \cos 180^\circ = \frac{m = 0.2 \text{ kg}}{} \rightarrow W_{mg} = 0.2 \times 10 \times 0.04 \times (-1) = -0.08 \text{ J}$$

در نهایت طبق قضیه کار - انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K = K_2 - K_1 \Rightarrow W_F + W_{mg} = K_2$$

$$\Rightarrow K_2 = 0.12 - 0.08 = 0.04 \text{ J}$$

•• ilo ••

۲۰- در مورد پخش بار الکتریکی بر روی اجسام رسانا، چه تعداد از عبارات‌های زیر صحیح است؟

الف - بار الکتریکی بر روی سطح خارجی اجسام رسانا توزیع می‌شود.

ب - در حالت تعادل الکترواستاتیکی، میدان الکتریکی در داخل رسانا همواره برابر صفر است.

ج - معمولاً شخصی که در داخل هواپیما یا اتومبیل است، از خطر آذرخش در امان می‌ماند.

د - در حالت تعادل الکترواستاتیکی، پتانسیل الکتریکی در نقاط نوک تیز اجسام رسانا بیش‌تر است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(آسان - خطبه‌خط - سریع ۵ - صفحه ۲۹ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

در حالت تعادل الکترواستاتیکی، پتانسیل الکتریکی (V) تمامی نقاط داخل و سطح جسم رسانا باهم برابر می‌شود؛ بنابراین عبارت «د» نادرست است.

سایر عبارات‌ها با توجه به متن کتاب درسی صحیح است.

سوتی‌های پرتکرار

اگر خواست به کلمه پتانسیل توی عبارت «د» نباشه و بار در نظر بگیری توی دام گزینه (۴) میفتی.

کپسول دوپینگ | توزیع بار در جسم رسانا

در رساناهای منزوی، بار الکتریکی به‌گونه‌ای در سطح جسم پخش می‌شود که ویژگی‌های زیر را داشته باشد:

۱- بار الکتریکی در سطح خارجی رسانا پخش می‌شود.

۲- تجمع و تراکم بارها در نقاط نوک‌تیز بیش‌تر است.

۳- میدان الکتریکی درون رسانا صفر است.

۴- خطوط میدان الکتریکی در خارج از رسانا بر سطح آن عمود است.

۵- پتانسیل الکتریکی همه نقاط رسانا باهم برابر است، به عبارت دیگر اختلاف پتانسیل الکتریکی نقاط رسانا باهم صفر است.

•• ilo ••

۲۱- فاصله بین صفحات یک خازن تخت ۴mm، مساحت هر یک از صفحه‌ها ۲cm^۲ و خازن از ماده‌ی الکتریک انعطاف‌پذیری

با ثابت $\kappa = 4$ پر شده است. فاصله بین صفحات چند میلی‌متر کاهش یابد تا ظرفیت خازن ۶٪ پیکوفاراد افزایش یابد؟

$$(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}})$$

۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

۰/۵ (۱)

(متوسط - محاسباتی - استاندارد ۵ - صفحه ۳۶ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا ظرفیت خازن را در حالت اول محاسبه می‌کنیم:

$$C_1 = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d_1} = 4 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{2 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-3}} = 1.8 \times 10^{-12} \text{ F} = 1.8 \text{ pF}$$

اگر طبق صورت سؤال، ظرفیت خازن 0.6 pF افزایش یابد، می توان نوشت:

$$C_2 = C_1 + 0.6 = 1/8 + 0.6 = 2/4 \text{ pF}$$

$$C_2 = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d_2} \Rightarrow 2/4 \times 10^{-12} = 4 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{2 \times 10^{-4}}{d_2} \Rightarrow d_2 = 3 \times 10^{-3} \text{ m} = 3 \text{ mm}$$

بنابراین فاصله بین صفحات خازن باید 1 mm کاهش یابد.

کپسول دوبینگ | عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن

ظرفیت خازن به مشخصات ساختمانی خازن بستگی دارد و به Q و V ربطی ندارد.
رابطه ظرفیت خازن براساس مشخصات ساختمانی آن به صورت زیر است:

ضریب گذردهی الکتریکی $\left(\frac{F}{m}\right)$ خلاء $\left(\frac{F}{m}\right)$ ظرفیت خازن برحسب فاراد (F)
 $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow (m^2)$ مساحت هریک از صفحات خازن (مساحت مؤثر) برحسب مترمربع
 $d \rightarrow (m)$ فاصله بین دو صفحه خازن از هم (ضخامت قسمت نارسانای خازن) برحسب متر
 ثابت دی الکتریک (واحد ندارد).



نکته ۱

اگر خازن به باتری متصل باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی آن ثابت می ماند و در این حالت، داریم:

$$V = \frac{Q}{C} = \text{ثابت} \begin{cases} C \uparrow \Rightarrow Q \uparrow \\ C \downarrow \Rightarrow Q \downarrow \end{cases} \Rightarrow C \text{ و } Q \text{ به نسبت یکسان تغییر می کنند.}$$

نکته ۲

اگر خازن شارژشده ای را از باتری جدا کنیم، بار الکتریکی آن ثابت می ماند و در این حالت داریم:

$$Q = CV = \text{ثابت} \begin{cases} C \uparrow \Rightarrow V \downarrow \\ C \downarrow \Rightarrow V \uparrow \end{cases} \Rightarrow C \text{ و } V \text{ به نسبت عکس هم تغییر می کنند.}$$

نکته ۳

برای مقایسه ظرفیت یک خازن تخت در دو حالت مختلف داریم:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2}$$



۲۲- با افزایش فاصله میان دو صفحه خازنی که از باتری جدا شده است، میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن و انرژی الکتریکی ذخیره شده در آن به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می کند؟

- (۱) ثابت، کاهش (۲) کاهش، افزایش (۳) ثابت، افزایش (۴) افزایش، افزایش

(متوسط - مفهومی - استاندارد) - صفحه ۳۹ - ۱۱۰۱

پاسخ: گزینه ۳

با توجه به این که خازن از باتری جدا شده درمی یابیم بار خازن (Q) ثابت است.

ابتدا با استفاده از سه رابطه $E = \frac{V}{d}$ ، $Q = CV$ و $C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$ ، رابطه میدان یکنواخت بین صفحات خازن را به دست می آوریم:

$$E = \frac{V}{d} \xrightarrow{V = \frac{Q}{C}} E = \frac{Q}{Cd} \xrightarrow{C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}} E = \frac{Q}{\kappa \epsilon_0 A}$$

در نتیجه با توجه به این که Q ، κ و A ثابت هستند درمی یابیم که میدان بین دو صفحه ثابت می ماند (رد گزینه های (۲) و (۴)).

سپس با توجه به رابطه $U = \frac{Q^2}{2C}$ تغییرات انرژی ذخیره شده در خازن را بررسی می کنیم.

$$U = \frac{Q^2}{2C} \begin{cases} \text{ثابت } Q \\ C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d} \xrightarrow{\text{افزایش } d} C: \text{کاهش} \end{cases}$$

$$U = \frac{Q^2}{2C} \xrightarrow{C: \text{کاهش}} U: \text{افزایش}$$



برای مقایسه انرژی دو خازن از روابط زیر استفاده می کنیم:

۱- اگر ظرفیت و ولتاژ خازن ها را بدانیم:

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

۲- اگر بار الکتریکی و ظرفیت خازن ها را بدانیم:

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} \times \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$$

۳- اگر بار الکتریکی و ولتاژ خازن ها را بدانیم:

$$U = \frac{1}{2} qV \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \frac{V_2}{V_1}$$

کپسول دوپینگ | تغییر در ویژگی های خازن

می خواهیم سؤالاتی را بررسی کنیم که در آن ها ویژگی های ساختمانی خازن مثل فاصله بین صفحات، ضریب دی الکتریک و... تغییر می کنند. این تغییرات ممکن است هنگامی که خازن به باتری متصل است، رخ دهند و یا ممکن است هنگامی که خازن از باتری جدا شده است، رخ دهند؛ در ادامه هر دو حالت را با یک مثال بررسی می کنیم.

۱- خازن به باتری وصل باشد

در این حالت ولتاژ خازن همواره ثابت است و با کمک این موضوع می توانیم تغییرات سایر کمیت ها را به دست آوریم.

۲- خازن از باتری جدا باشد

در این حالت چون خازن به جایی وصل نیست، بار الکتریکی آن ثابت باقی می ماند و با کمک این نکته می توانیم سایر کمیت ها را بررسی کنیم.



هنگامی که در ویژگی های یک خازن تغییر ایجاد کنیم، دو حالت زیر امکان پذیر است:

۱- خازن به باتری وصل باشد: در این حالت ولتاژ خازن ثابت می ماند.

۲- خازن شارژ و از باتری جدا شده باشد: در این حالت بار خازن ثابت می ماند.

کپسول دوبینگ | برای محاسبه میدان الکتریکی خازن می توان از روابط زیر استفاده کرد:

۱- اگر اختلاف پتانسیل و فاصله صفحه ها را بدانیم:

$$E = \frac{V}{d}$$

۲- اگر بار الکتریکی خازن و مساحت صفحه ها را بدانیم:

$$E = \frac{V}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{Q}{\kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \times d} \Rightarrow E = \frac{Q}{\kappa \epsilon_0 A}$$



۲۳- خازنی با ظرفیت $6 \mu F$ و بار ذخیره شده Q در اختیار داریم. تعداد $3/75 \times 10^{13}$ الکترون را از صفحه منفی خازن جدا و به صفحه مثبت آن اضافه می کنیم. اگر انرژی ذخیره شده در خازن $21 \mu J$ تغییر کند، ولتاژ خازن در حالت دوم چند ولت می شود؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

۳۰ (۴)

۴۰ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

(سخت - محاسباتی - زمان بر ۱ - صفحه ۳۹ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۲ 

ابتدا بار برداشته شده از صفحه منفی خازن را به دست می آوریم. اگر این بار برابر با X باشد، داریم:

$$x = -ne \frac{n=3/75 \times 10^{13}}{e=1/6 \times 10^{-19} C} \rightarrow x = -3/75 \times 10^{13} \times 1/6 \times 10^{-19} = -6 \times 10^{-6} C$$

بنابراین با انتقال $6 \times 10^{-6} C$ بار از صفحه منفی به صفحه مثبت، بار ذخیره شده در خازن برابر است با:

$$Q_2 = Q_1 + x \Rightarrow Q_2 = Q_1 - 6 \times 10^{-6}$$

با توجه به کاهش یافتن بار ثانویه، انرژی خازن هم کاهش پیدا کرده است؛ بنابراین داریم:

$$\Delta U = -21 \times 10^{-6} J$$

حالا با استفاده از رابطه $U = \frac{Q^2}{2C}$ ، می توانیم بار اولیه را به دست آوریم:

$$U = \frac{Q^2}{2C} \Rightarrow \Delta U = \frac{(Q_2)^2 - (Q_1)^2}{2C} \quad Q_2 = (Q_1 - 6 \times 10^{-6}) C, \Delta U = -21 \times 10^{-6} J$$

$$\Delta U = \frac{(Q_1 - 6 \times 10^{-6})^2 - (Q_1)^2}{2 \times 6 \times 10^{-6}} = \frac{Q_1^2 - 12 \times 10^{-6} Q_1 + 36 \times 10^{-12} - Q_1^2}{12 \times 10^{-6}} = 3 \times 10^{-6} - Q_1 = -21 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow Q_1 = 24 \times 10^{-6} C = 24 \mu C$$

در نهایت با محاسبه Q_2 و داشتن C ، ولتاژ خازن در حالت دوم را به دست می آوریم:

$$Q_2 = Q_1 - 6 \mu C = 24 - 6 = 18 \mu C \Rightarrow Q_2 = 18 \mu C$$

$$Q_2 = CV_2 \Rightarrow V_2 = \frac{Q_2}{C} \quad \frac{Q_2=18 \times 10^{-6} C}{C=6 \times 10^{-6} F} \rightarrow V_2 = \frac{18 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-6}} = 3V$$



۲۴- چند مورد از موارد زیر دربارهٔ خازن صحیح است؟

- الف - دلیل این که در فلاش دوربین از خازن به جای باتری استفاده می شود این است که باتری ها نسبت به خازن انرژی ذخیره شده کمتری دارند.
- ب - وقتی خازن باردار می شود صفحه های آن دارای بارهای الکتریکی با بزرگی یکسان اما علامت مخالف می شوند که بار ذخیره شده در خازن برابر با قدر مطلق اختلاف بار دو صفحه آن است.
- ج - فروریزش الکتریکی می تواند باعث تشکیل مسیرهای رسانشی سرخس شکلی در دی الکتریک شود.
- د - توانایی خازن برای ذخیره انرژی پتانسیل الکتریکی، اساس کار دستگاه های رفع لرزش است که برای توقف لرزش بطنی افراد دچار حمله قلبی به کار می روند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(آسان - خطبه خط - استاندارد ۱۰ - صفحه ۳۹ - ۱۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

عبارت های «ج» و «د» صحیح هستند.

بررسی موارد نادرست:



باتری ها معمولاً می توانند انرژی را فقط با آهنگ نسبتاً کمی به مدار بدهند که این آهنگ برای گسیل نور از فلاش دوربین کم است اما وقتی خازن باردار می شود می تواند انرژی را با آهنگ بسیار زیادی برای فلاش زدن آماده کند.



اگر بار صفحه منفی خازن $-Q$ و بار صفحه مثبت آن $+Q$ باشد، بار خازن برابر با Q است که همان اندازه بار هر صفحه آن است.

راهنمای مسیرت

کاربردهای وسایل و بخش های حفظی مربوط به اون، جزو حفظیات مهمه. حواست باشه خوب به خاطر بسپاری!



اختلاف پتانسیل یا میدان الکتریکی بین صفحه های خازن را تا حد معینی می توانیم افزایش دهیم. اگر اختلاف پتانسیل یا میدان الکتریکی را از آن حد بیش تر کنیم، خازن دچار فروریزش الکتریکی می شود.

کپسول دویینگ | فروریزش الکتریکی

اثر دیگر حضور دی الکتریک ها در خازن، افزایش حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن است. اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه یک خازن را به اندازه کافی زیاد کنیم، تعدادی از الکترون های اتم های ماده دی الکتریک، توسط میدان الکتریکی ایجاد شده بین دو صفحه، کنده می شوند و مسیرهایی رسانا درون دی الکتریک ایجاد می شود که سبب تخلیه خازن می گردد. به این پدیده فروریزش الکتریکی ماده دی الکتریک می گویند. فروریزش الکتریکی در عایق بین دو صفحه خازن ها معمولاً با ایجاد یک جرقه همراه است و در بیش تر مواقع خازن را می سوزاند. خازن ها معمولاً با مقدار ظرفیت آن ها و اختلاف پتانسیل بیشینه ای که می توانند تحمل کنند مشخص می شوند.



۲۵- وقتی ماهواره ای به دور زمین می چرخد بر اثر عبور از فضای اطراف زمین باردار می شود. فرض کنید ماهواره ای در اثر عبور از یکی از لایه های جو، دارای بار الکتریکی 6×10^{-9} کولن شود. این ماهواره، کره ای رسانا به قطر 40 cm است. چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح این ماهواره چند واحد SI است؟ ($\pi \approx 3$)

 ۵ × ۱۰^{-۱۲} (۴)

 ۵ × ۱۰^{-۸} (۳)

 ۱/۲۵ × ۱۰^{-۱۲} (۲)

 ۱/۲۵ × ۱۰^{-۸} (۱)

با توجه به رابطه زیر، به راحتی می توان نوشت:

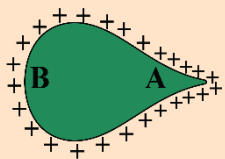
$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{4\pi R^2} = \frac{6 \times 10^{-9}}{4 \times 3 \times (20 \times 10^{-2})^2} = 1/25 \times 10^{-8} \frac{C}{m^2}$$

کپسول دوبینگ | چگالی سطحی بار الکتریکی

۱- در صورتی که کره ای رسانا، Π الکترون مبادله کند چگالی سطحی بار آن برابر است با:

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{ne}{4\pi r^2}$$

۲- می دانیم که اگر بار یک رسانا تغییر کند، بارها جابه جا می شوند تا در نهایت به تعادل الکتروستاتیکی برسند. پس از رسیدن به تعادل الکتریکی، پتانسیل تمام نقاط روی یک رسانا با یکدیگر برابر می شود:



$$V_A = V_B$$

$$\sigma_A > \sigma_B$$

