نام و نام خانوادگی:

زمان برگزاری: ۹۰ دقیقه

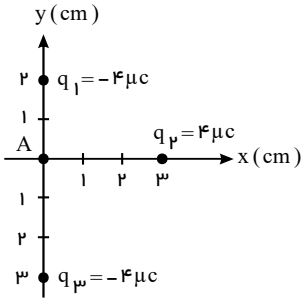
نام آزمون: فیزیک یازدهم آزمون جامع (تشریحی)

تاریخ آزمون:

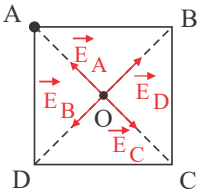
سید بهروز پرتوی

۱ در یک میدان الکتریکی، بار $q = +۳\mu C$ از نقطهٔ A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقطه‌های A و B به‌ترتیب $-۴ \times ۱۰^{-۵} J$ و $۵ \times ۱۰^{-۵} J$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطهٔ $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟

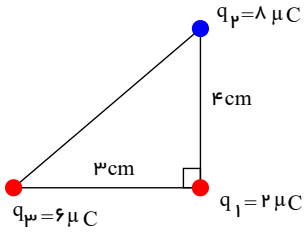
۲ در شکل مقابل نیروی خالص واردشده بر بار $q = ۱\mu C$ را که در نقطهٔ A قرار گرفته است محاسبه و رسم کنید.



۳ در چهار رأس مربعی به ضلع $a = ۲m$ بارهای $q_A = -۳ \times ۱۰^{-۸} C$، $q_C = -۵ \times ۱۰^{-۸} C$ و $q_B = q_D = ۳ \times ۱۰^{-۸} C$ قرار دارند. میدان الکتریکی را در مرکز مربع محاسبه کنید.



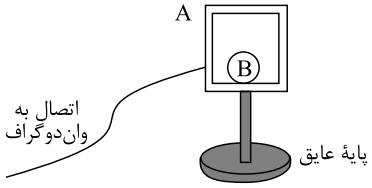
۴ مطابق شکل سه ذرهٔ باردار در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. برایند نیروهای الکتریکی واردشده بر بار $q_۱$ را بر حسب بردارهای یکه حساب کنید. $k = ۹ \times ۱۰^{۹} \ \frac{Nm^۲}{C^۲}$



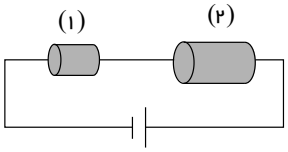
۵ الف) چگالی سطحی بار الکتریکی را تعریف کنید.

ب) مطابق شکل روبه‌رو ظرف رسانای توخالی A به یک وان‌دوگراف باردار متصل شده است و کرهٔ فلزی B درون آن قرار دارد.

با ارائهٔ دلیل توضیح دهید کرهٔ B دارای بار الکتریکی می‌شود یا خیر؟



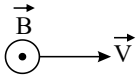
۶ در مدار شکل مقابل، طول و جنس دو رسانای (۱) و (۲) یکسان، ولی سطح مقطع آنها متفاوت است.با استدلال کافی توضیح دهید در یک مدت زمان مساوی در کدام‌یک از این دو رسانا انرژی الکتریکی بیش‌تری مصرف می‌شود؟



۷ اگر سطح صفحه‌های یک خازن تخت با دی‌الکتریک هوا، نصف و فاصلهٔ دو صفحهٔ آن دو برابر شود ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

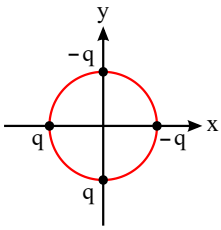
۸ الف) مطابق شکل ذره‌ای با بار $+۱۰^{-۴}C$ با تندی $۲۰۰\frac{m}{s}$ به‌طور عمودی وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $۰/۴۵T$ می‌شود. نیروی وارد بر این ذره چقدر و در چه جهتی است؟

ب) اگر این ذره به موازات میدان وارد آن می‌شد اندازه نیرو چقدر می‌شد؟ توضیح دهید.



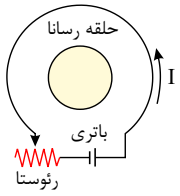
۹ فرض کنید با سیمی که قطر آن $۱mm$ است یک سیملولهٔ آرمانی با حلقه‌های به‌هم چسبیده درست کرده‌ایم که هزاران دور دارد. اگر جریان $۰/۱A$ از آن بگذرد، میدان مغناطیسی درون سیملوله چقدر خواهد بود؟ ($\pi \simeq ۳$ فرض شود.)

۱۰ در شکل مقابل شعاع دایره $۱m$ و $q = ۵\mu C$ است بزرگی و جهت میدان الکتریکی برایند را در مرکز دایره (مرکز مختصات) با محاسبه و ترسیم تعیین کنید و بردار میدان خالص را با بردارهای یکه نشان دهید. $k = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{Nm^{۲}}{C^{۲}}$



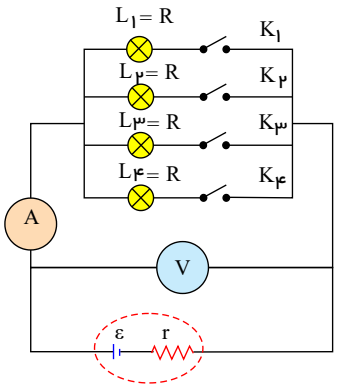
۱۱ الکترونی با سرعت $۳ \times ۱۰^{۷}\frac{m}{s}$ در جهت شمال وارد ناحیه‌ای با میدان مغناطیسی یکنواخت $۵ \times ۱۰^{-۳}T$ و به‌سوی بالا می‌شود. اندازه و جهت نیروی وارد بر الکترون را بیابید.

۱۲ اگر در مدار شکل زیر، مقاومت رئوستا افزایش یابد، جریان القایی در حلقهٔ رسانای داخلی در چه جهتی ایجاد می‌شود؟



۱۳ دو لامپ با مقاومت مساوی R را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می‌بندیم و آن‌ها را هر بار به ولتاژ V وصل می‌کنیم. نسبت توان مصرف شده در حالت موازی به توان مصرف شده در حالت متوالی چقدر است؟

۱۴ در شکل زیر، تعدادی لامپ مشابه به طور موازی به هم متصل شده‌اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. بررسی کنید که با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، عددهایی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، چه تغییری می‌کند؟

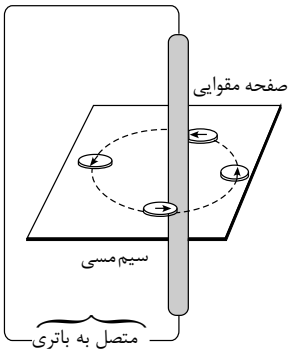


۱۵ هریک از عبارت‌های ستون A به کدام عبارت در ستون B مربوط است؟ (از ستون دو مورد اضافی است.)

ستون A	ستون B
	خطهای راست و موازی و هم‌فاصله
الف) القای خاصیت مغناطیسی	نیروی رانشی
ب) مواد پارامغناطیس	نیروی ربایشی
ج) منشأ خاصیت مغناطیسی	پلاتین
د) سیم‌های حامل جریان‌های همسو	کبالت
ه) میدان مغناطیسی یکنواخت	ربایش سوزن فولادی توسط آهن‌ربا
	چرخش الکترون به دور هسته و خودش

۱۶ شکل زیر، آزمایش اورستد را نشان می‌دهد. الف) جهت جریان را در سیم راستی که از صفحهٔ مقوایی عبور کرده است، با دلیل تعیین کنید.

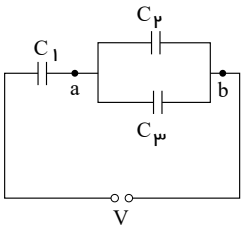
ب) یک نتیجهٔ مهم از این آزمایش را بنویسید.



۱۷ در مدار شکل مقابل، اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازن $C_۱$ برابر $۶V$ باشد،

الف) بار ذخیره‌شده در مجموعهٔ خازن‌ها چقدر است؟

ب) اگر دو نقطهٔ a و b را با یک سیم رسانا به هم وصل کنیم، ظرفیت خازن معادل در این حالت نسبت به‌حالت اول چگونه تغییر می‌کند؟



$$C_۳ = ۱۲\mu F \quad , \quad C_۲ = ۶\mu F \quad , \quad C_۱ = ۹\mu F$$

۱۸ در جملهٔ زیر، گزینهٔ درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید.

الف با قرار دادن دی‌الکتریک بین صفحه‌های خازن (میدان الکتریکی اولیه بین دو صفحهٔ - ظرفیت) آن افزایش می‌یابد.

ب آمپر ساعت، یکای (بارالکتریکی - جریان الکتریکی) می‌باشد.

۱۹ طول و سطح مقطع رسانای A دو برابر طول و سطح مقطع رسانای B است. اگر جنس و دمای هر دو یکسان باشد، مقاومت A چند برابر مقاومت B است؟

۲۰ از یک حلقهٔ رسانا به شعاع $۰/۰۲m$ جریانی به شدت I می‌گذرد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی حاصل از جریان در مرکز حلقه برابر $۰/۴G$ باشد: $(\mu_۰ = ۱۲ \times ۱۰^{-۷} \frac{T \cdot m}{A})$

الف اگر ذره‌ای با بار $q = ۲۰\mu C$ با سرعت $۲ \times ۱۰^{۳} \frac{m}{s}$ عمودبر مرکز پیچه بگذرد، نیروی وارد بر آن چقدر است؟

پاسخ‌نامه تشریحی

۱ با استفاده از تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \to V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q} = \frac{۵ \times ۱۰^{-۵} - \left(-۴ \times ۱۰^{-۵}\right)}{۳ \times ۱۰^{-۶}}$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = ۳۰V$$

۲ قبل از هر چیز، نیرویی که به‌طور جداگانه، از طرف هریک از بارهای $q_۲$، $q_۱$ و $q_۳$ به بار q موجود در نقطهٔ A وارد می‌شود را می‌یابیم. سپس با رسم جهت نیروها، نیروی برایند را محاسبه می‌کنیم.

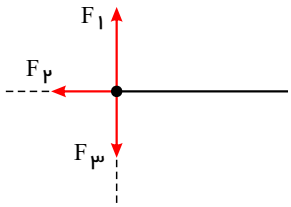
$$F_۱ = k\frac{qq_۱}{r_۱^۲} = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{۱ \times ۱۰^{-۶} \times ۴ \times ۱۰^{-۶}}{(۲ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۹۰N$$

$$F_۲ = k\frac{qq_۲}{r_۲^۲} = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{۱ \times ۱۰^{-۶} \times ۴ \times ۱۰^{-۶}}{(۳ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۴۰N$$

$$F_۳ = k\frac{qq_۳}{r_۳^۲} = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{۱ \times ۱۰^{-۶} \times ۴ \times ۱۰^{-۶}}{(۳ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۴۰N$$

روی محور y $F_۱$ و $F_۳$ خلاف جهت یکدیگر هستند:

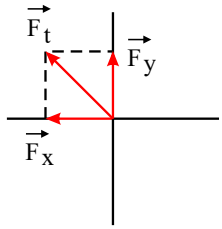
$$F_y = F_۱ - F_۳ = ۹۰ - ۴۰ = ۵۰N$$



در خلاف جهت محور x: $F_x = F_۲ = ۴۰N$

$$F_t = \sqrt{(۵۰)^۲ + (۴۰)^۲} = ۱۰\sqrt{۴۱}N$$

$$\vec{F}_t = -۴۰\,\vec{i} + ۵۰\,\vec{j}$$



۳ فاصلهٔ بارها تا مرکز مربع نصف قطر است: $\text{قطر} = \sqrt{a^۲ + a^۲} = ۲\sqrt{۲}m$

بنابراین نصف قطر برابر با $\sqrt{۲}m$ خواهد بود:

$$E_A = k\frac{|q_A|}{r^۲} = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{۳ \times ۱۰^{-۸}}{(\sqrt{۲})^۲} = \frac{۲۷۰}{۲} = ۱۳۵\frac{N}{C}$$

$$E_B = k\frac{|q_B|}{r^۲} = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{۳ \times ۱۰^{-۸}}{(\sqrt{۲})^۲} = ۱۳۵\frac{N}{C}$$

$$E_C = k\frac{|q_C|}{r^۲} = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{۵ \times ۱۰^{-۸}}{(\sqrt{۲})^۲} = ۲۲۵\frac{N}{C}$$

$$E_D = k\frac{|q_D|}{r^۲} = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{۳ \times ۱۰^{-۸}}{(\sqrt{۲})^۲} = ۱۳۵N$$

بردارهای $\vec{E}_B$ و $\vec{E}_D$ برابر و خلاف جهت هستند پس با هم خنثی می‌شوند.

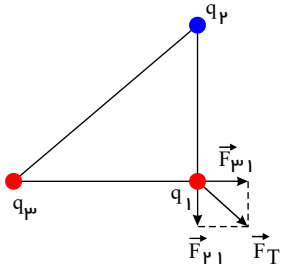
بردارهای $\vec{E}_C$ و $\vec{E}_A$ هم خلاف جهت هستند که $\vec{E}_C$ بزرگ‌تر است پس بردار میدان برایند یا $\vec{E}_{\text{خالص}}$ هم‌جهت با $\vec{E}_C$ خواهد بود:

$$\vec{E}_{\text{خالص}} = \vec{E}_C + \vec{E}_A \Rightarrow E_{\text{خالص}} = E_C - E_A = ۲۲۵ - ۱۳۵ = ۹۰\frac{N}{C}$$

۴ بر بار $q_۱$ دو نیروی الکتریکی عمود بر هم وارد می‌شود. یعنی:

$$F_{۳۱}=k\frac{q_۳q_۱}{r^۲}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۶\times۱۰^{-۶}\times(۲\times۱۰^{-۶})}{(۳\times۱۰^{-۲})^۲}=۱۲۰N$$

$$F_{۳۱}=۱۲۰\ \ (N)\vec{i}$$



$$F_{۲۱}=k\frac{q_۲q_۱}{r^۲}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۸\times۱۰^{-۶}\times(۲\times۱۰^{-۶})}{(۴\times۱۰^{-۲})^۲}=۹۰N$$

$$F_{۲۱}=(-۹۰N)\vec{j}$$

$$\vec{F}_T=\vec{F}_{۳۱}+\vec{F}_{۲۱}=(۱۲۰N)\vec{i}-(۹۰N)\vec{j}$$

۵ الف) نسبت بار الکتریکی موجود در سطح رسانا به مساحت سطح آن را چگالی سطحی بار الکتریکی گویند.

ب) خیر – کرهٔ B باردار نمی‌شود. زیرا بار الکتریکی داده‌شده به ظرف رسانای A، بواسطهٔ وجود نیروهای دافعهٔ الکتریکی به خارجی‌ترین سطح آن می‌روند و داخل ظرف بدون بار می‌ماند.

۶ طول و جنس دو رسانا یکسان ولی سطح مقطع رسانای (۱) کم‌تر است بنابراین مقاومت آن بیش‌تر است و از طرفی دو رسانا به صورت متوالی قرار دارند. شدت جریان عبوری از آن‌ها برابر است. بنابر رابطه‌ی $U=RI^۲t$ انرژی الکتریکی در رسانای (۱) بیش‌تر مصرف می‌شود.

۷

$$C=\kappa\varepsilon_۰\frac{A}{d}\Rightarrow\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{d_۱}{d_۲}=\frac{\frac{۱}{۲}A_۱}{A_۱}\times\frac{d_۱}{۲d_۱}=\frac{۱}{۴}$$

بنابراین $C_۲=\frac{۱}{۴}C_۱$ خواهد شد.

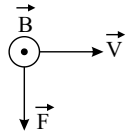
۸

الف)

$$F=qvB\sin\alpha$$

$$F=۱۰^{-۴}\times۲۰۰\times۰/۴۵\times\sin۹۰^\circ=۹\times۱۰^{-۳}N$$

طبق قانون دست راست برای جهت نیرو:



ب) در چنین حالتی ممکن است $\theta=۰$ یا $\theta=۱۸۰^\circ$ باشد که در هر دو صورت $\sin\theta=۰$ خواهد بود؛ بنابراین نیروی وارد شده بر بار الکتریکی در این حالت صفر خواهد بود.

۹ باید توجه کرد در رابطهٔ $B=\frac{\mu_۰NI}{\ell}$ مقدار $\frac{N}{\ell}$ به معنای تعداد دور در واحد طول است. اگر حلقه‌های سیملوله به‌هم چسبیده باشند و قطر سیم هم $۱mm$ باشد بنابراین می‌توان مطمئن بود که هر هزار حلقهٔ کنار هم، طولی معادل ۱۰۰۰ میلی‌متر یا $۱m$ خواهند داشت؛ به‌عبارتی تعداد دورهای سیملوله در یک متر (واحد طول) که همان $\frac{N}{\ell}$ خواهد شد برابر با ۱۰۰۰ است، یعنی: (D قطر مقطع سیم است) $\frac{N}{\ell}=\frac{۱}{D}=\frac{۱}{۱۰^{-۳}}$

$$B=\mu_۰\frac{N}{\ell}\cdot I=۴\pi\times۱۰^{-۷}\times(۱۰۰۰)\times۰/۱\Rightarrow B=۱/۲\times۱۰^{-۴}T=۱/۲G$$

۱۰ چون فاصلهٔ همهٔ بارها تا مرکز یکسان است و بارها اندازهٔ یکسان دارند بنابراین اندازهٔ میدان الکتریکی همهٔ بارها در مرکز دایره یکسان است:

$$E=k\frac{q}{r^۲}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۵\times۱۰^{-۶}}{۱^۲}=۴/۵\times۱۰^۴\frac{N}{C}$$

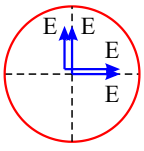
روی محور y دو میدان E در جهت مثبت و روی محور xها هم دو برابر با اندازهٔ E هم‌جهت محور xها داریم بنابراین:

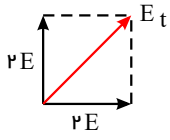
$$E_t=\sqrt{(۲E)^۲+(۲E)^۲}$$

$$E_t=۲\sqrt{۲}E=۹\sqrt{۲}\times۱۰^۴\frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_t=۲E\vec{i}+۲E\vec{j}$$

$$\vec{E}_t=۹\times۱۰^۴\vec{i}+۹\times۱۰^۴\vec{j}$$

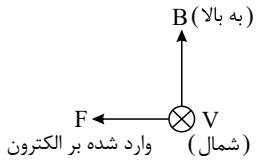




۱۱

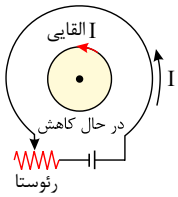
$$F=qvB\sin\theta=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۳\times۱۰^۷\times۵\times۱۰^{-۳}\times\sin۹۰^\circ=۲/۴\times۱۰^{-۱۴}N$$

براساس قانون دست راست نیروی واردشده به بار مثبت در چنین میدانی به‌سمت راست خواهد بود؛ بنابراین نیروی وارد بر الکترون مذکور، به‌سمت چپ می‌باشد.



۱۲ طبق قانون دست راست جهت میدان مغناطیسی ناشی از عبور جریان از حلقهٔ بیرونی (مدار الکتریکی) در داخل آن به‌صورت برون‌سو است. چون مقاومت رئوستا افزایش یافته و جریان الکتریکی کاهش می‌یابد، این میدان برون‌سو در حال کاهش است.

پس طبق قانون لنز جهت جریان القایی باید پادساعت‌گرد باشد تا میدان مغناطیسی برون‌سو ایجاد کند که با کاهش شار مغناطیسی عبوری از حلقهٔ کوچک مخالفت کرده باشد.



۱۳ حالت اول، موازی:

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R} + \frac{۱}{R} = \frac{۲}{R} \Rightarrow R_۱ = \frac{R}{۲}$$
$$P_۱ = \frac{V^۲}{R_۱} = \frac{V^۲}{\frac{R}{۲}} = ۲\frac{V^۲}{R}$$

حالت دوم، سری:

$$R_{eq} = R + R \Rightarrow R_۲ = ۲R$$
$$P_۲ = \frac{V^۲}{R_۲} = \frac{V^۲}{۲R}$$

اکنون نسبت توان‌ها را می‌نویسیم:

$$\frac{P_{\text{موازی}}}{P_{\text{سری}}} = \frac{P_۱}{P_۲} = \frac{۲\frac{V^۲}{R}}{\frac{۱}{۲}\frac{V^۲}{R}} = ۴$$

۱۴ با بستن $K_۱$:

$$I_۱ = \frac{\varepsilon}{R + r}$$
$$V_۱ = \varepsilon - rI_۱ = RI$$

وقتی کلید $K_۲$ هم بسته شود مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ با هم موازی می‌شوند:

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R} + \frac{۱}{R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{۲}$$
$$I_۲ = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I_۲ = \frac{\varepsilon}{\frac{R}{۲} + r}$$
$$V_۲ = \varepsilon - rI_۲$$

در این حالت چون مخرج کسری که مقدار $I_۲$ را تعیین می کند، کاهش یافته است، پس $I_۱ < I_۲$ خواهد بود و به همین دلیل $V_۲ < V_۱$ خواهد شد.

البته باید توجه کرد که در این حالت درست است که جریان $I_۲$ از حالت اول یعنی $I_۱$ بزرگتر است ولی ۲ برابر نشده است و البته جریان عبوری از لامپ‌های $L_۱$ و $L_۲$ با هم برابر است و معادل $\frac{I_۲}{۲}$ است پس نور لامپ‌ها نسبت به حالتی که فقط اولی روشن بود کمتر شده است. اکنون با بسته شدن کلید $K_۳$ داریم:

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R} + \frac{۱}{R} + \frac{۱}{R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{۳}$$
$$I_۳ = \frac{\varepsilon}{\frac{R}{۳} + r}, V_۳ = \varepsilon - r\,I_۳$$

در این حالت نیز $I_۱ < I_۲ < I_۳$ و البته به همین ترتیب $V_۱ > V_۲ > V_۳$ خواهد بود و به طریق مشابه می‌توان گفت که نور لامپ‌ها کمتر از حالتی است که فقط لامپ $L_۱$ به تنهایی روشن بود.

با بستن کلید $K_۴$ داریم:

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R} + \frac{۱}{R} + \frac{۱}{R} + \frac{۱}{R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{۴}$$
$$I_۴ = \frac{\varepsilon}{\frac{R}{۴} + r} \quad , \quad V_۴ = \varepsilon - rI_۴$$

و می‌توان گفت $I_۱ < I_۲ < I_۳ < I_۴$ و همچنین به طریق مشابه $V_۱ > V_۲ > V_۳ > V_۴$. پس در نهایت اگر بعد از بستن کلید $k_۱$، کلیدها را یک به یک پشت سر هم ببندیم، نور لامپ ها کاهش یافته ولی عدد آمپرسنج افزایش و عدد ولت سنج کاهش می یابد.

۱۵ الف) رباییش سوزن فولادی توسط آهن‌ربا ب) پلاتین ج) چرخش الکترون به دور هسته و خودش
د) نیروی رباییش ه) خط‌های راست و موازی و هم‌فاصله

۱۶ الف) جهت جریان در این سیم به‌سمت بالا است.

ب) اطراف سیم حامل جریان میدان مغناطیسی وجود دارد.

۱۷

الف) $q_1 = C_1 V_1 \quad \Rightarrow q_1 = ۹ \times ۶ = ۵۴\mu C \qquad q_1 = q_T = ۵۴\mu C$

ب) افزایش می‌یابد.

۱۸

الف ظرفیت ($C = k\frac{۴۰A}{d}$)، با ورود دی‌الکتریک، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد

ب بارالکتریکی

۱۹

$\rho_A = \rho_B \; , \; L_A = ۲L_B \; , \; A_A = ۲A_B$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = ۱ \times ۲ \times \frac{۱}{۲} = ۱$$

۲۰

الف

میدان در مرکز حلقه عمودبر صفحهٔ حلقه است، پس راستای میدان و سرعت ذره یکسان است، یعنی:

$F = |q|vB\sin\alpha \; ; \; \alpha = ۰ \Rightarrow F = ۰$