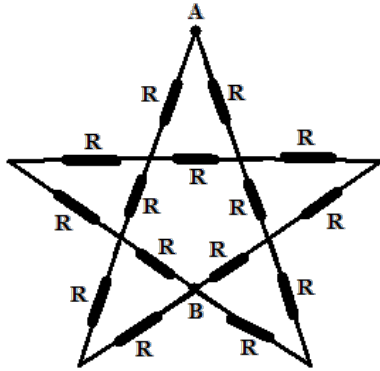


۱-

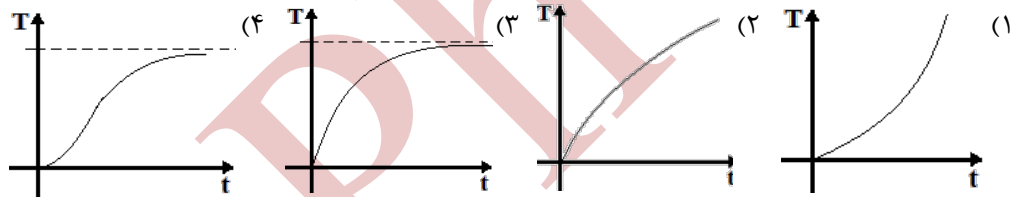
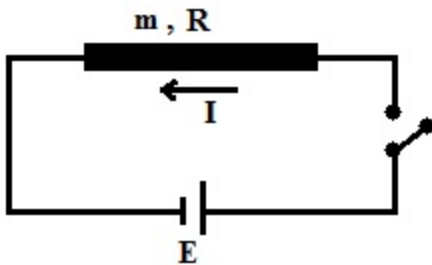
مقاومت معادل بین دو نقطه A و B کدام است؟ اندازه همه مقاومتها برابر R است.



- (۱) $\frac{2}{3}R$
- (۲) $\frac{7}{3}R$
- (۳) $\frac{3}{2}R$
- (۴) $\frac{7}{6}R$

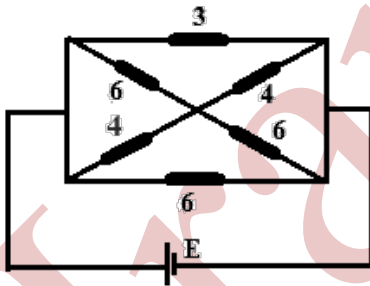
۲-

سیمی به جرم m با مقاومت اولیه R_0 مطابق شکل در مدار با نیروی محرکه E با دمای اولیه $0^\circ C$ قرار دارد. در $t = 0$ کلید بسته میشود و جریان از مقاومت عبور میکند. کدام گزینه نمودار دمای مقاومت T را به صورت تابعی از زمان t نشان میدهد؟ (فرض کنید همهی گرمای تولید شده، صرف گرم کردن مقاومت میشود. و از تبادل گرما با محیط صرف نظر کنید).



۳-

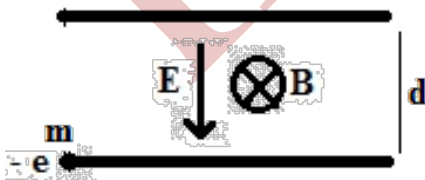
در مدار شکل مقابل، نسبت جریان عبوری از مقاومت ۳ اهمی به جریان کل خروجی از باتری کدام است؟



- (۱) $\frac{1}{3}$
- (۲) $\frac{24}{17}$
- (۳) $\frac{8}{17}$
- (۴) $\frac{17}{8}$

۴-

میدان الکتریکی E و میدان مغناطیسی B مطابق شکل در فضای بین دو صفحه بینهایت که در فاصله d از یکدیگر قرار دارند وجود دارد. الکترونی از حالت سکون از روی صفحه پایینی رها میشود. کدام گزینه درست است؟

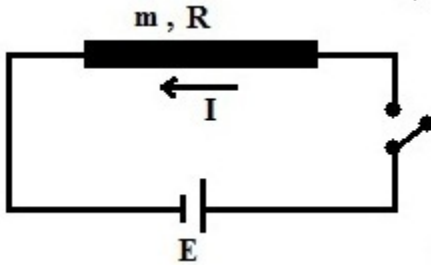


- (۱) به ازای همهی مقادیر d ، الکترون به صفحه بالایی برخورد میکند.
- (۲) به ازای همهی مقادیر d ، الکترون به صفحه بالایی برخورد نمیکند.
- (۳) به ازای همهی مقادیر d ، که کوچکتر از یک مقدار خاص باشد، الکترون به صفحه پایینی برخورد میکند.
- (۴) به ازای همهی مقادیر d ، که بزرگتر از یک مقدار خاص باشد، الکترون به صفحه پایینی برخورد میکند.

-۵

سرهمی به جرم m با مقاومت اولیه R_0 مطابق شکل در مدار با رهروی محرکه E با دمای اولیه 0°C قرار دارد. در $t = 0$ کلید بسته می‌شود و جرکین از مقاومت عبور می‌کند. در صورتی که ظرفیت گرمایی ویژه و ضریب دمایی مقاومت به ترتیب C و α باشد، کدام عبارت می‌تواند جریان I را به صورت تابعی از زمان t در لحظات اول نشان دهد؟ (α بسیار کوچک است و می‌توان از تقریب

$$(1 + \alpha)^n \approx 1 + n\alpha \quad (\text{استفاده کرد})$$



$$I = \frac{\varepsilon}{R_0} \left(1 - \frac{\varepsilon \alpha t}{mCR_0} \right) \quad (2)$$

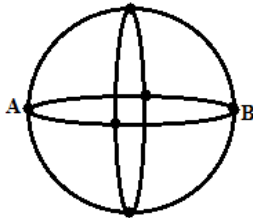
$$I = \frac{\varepsilon}{R} \left(1 - \frac{\varepsilon \alpha t}{mCR} \right) \quad (1)$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \left(1 + \frac{\varepsilon \alpha t}{mCR} \right) \quad (4)$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \left(2 - \frac{\varepsilon \alpha t}{mCR} \right) \quad (3)$$

-۶

سه حلقه سرهمی یکسان به شعاع a مطابق شکل به صورت دو به دو عمود بر هم قرار دارند و در نقاط مشخص شده باهم اتصال دارند. در صورتی که مقاومت واحد طول سرهم برابر r باشد، مقاومت معادل یعنی دو نقطه A و B چقدر است؟



$$\frac{\pi ar}{4} \quad (2)$$

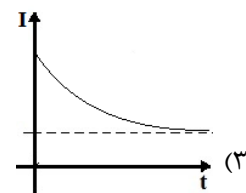
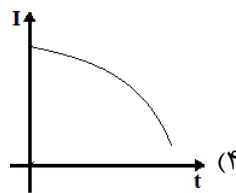
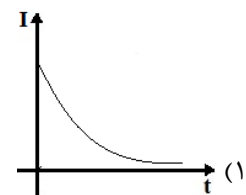
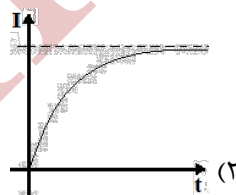
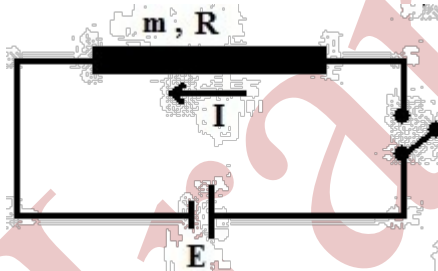
$$\pi ar \quad (1)$$

$$2\pi ar \quad (4)$$

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

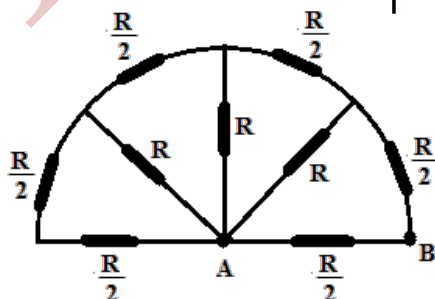
-۷

سرهمی به جرم m با مقاومت اولیه R_0 مطابق شکل در مدار با رهروی محرکه E با دمای اولیه 0°C قرار دارد. در $t = 0$ کلید بسته می‌شود و جرکین از مقاومت عبور می‌کند. کدام گزینه نمودار جرکین I را به صورت تابعی از زمان t نشان می‌دهد؟ (فرض کنید همهی گرمای تولید شده، صرف گرم کردن مقاومت می‌شود. و از تبادل گرما با محیط صرف نظر کنید.)



-۸

مقاومت معادل یعنی نقاط A و B کدام است؟



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

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

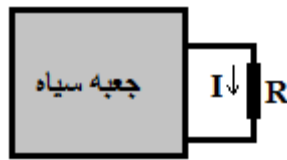
$$\frac{3R}{2} \quad (4)$$

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

۹-

در یک جعبه سرکه مقاومت‌ها و ریزوهای محرکه الکتریکی نامعلوم طوری به هم وصل شده‌اند که جریان I از مقاومت R می‌گذرد. جدول زیر در دست است. مقدار x کدام است؟

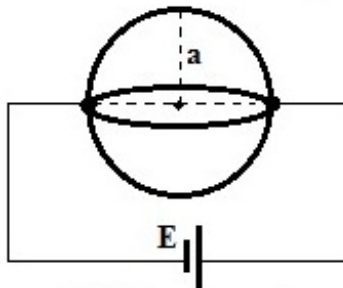
R	I
10	1
18	0.6
x	0.1



۱۱۸ (۲)	۱۲ (۱)
۲ (۴)	۱۰۰ (۳)

۱۰-

مطابق شکل، دو حلقه با شعاع یکسان a و هم مرکز که در صفحات عمود بر یکدیگر هستند و در دو نقطه با یکدیگر تماس دارند، در مدار قرار دارند. در صورتی که مقاومت واحد طول حلقه‌ها برابر r باشد، اندازه میدان مغناطیسی در مرکز حلقه‌ها کدام است؟ از اثر سرهمی مدار صرف نظر کنید.



(راهنمایی: میدان مغناطیسی در وسط حلقه‌ای به شعاع R که حامل جریان I است از رابطه

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

به دست می‌آید. در صورتی که جریان در حلقه ساعت‌گرد باشد، جهت میدان

مغناطیسی عمود بر صفحه حلقه و به سمت بیرون صفحه خواهد بود.)

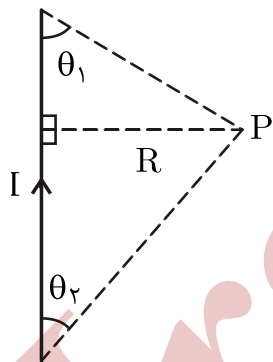
$\frac{\mu_0 \epsilon}{2\pi a^2 r}$ (۴)	صفر (۳)	$\frac{\mu_0 \epsilon}{a^2 r}$ (۲)	$\frac{\mu_0 \epsilon}{\pi a^2 r}$ (۱)
---	---------	------------------------------------	--

۱۱-

مطابق شکل از یک تکه سیم مستقیم جریان ثابت I عبور می‌کند. مقدار میدان مغناطیسی در نقطه P برابر

است با $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (\cos\theta_1 + \cos\theta_2)$. مقدار میدان مغناطیسی در مرکز یک n ضلعی منتظم به ضلع a

چقدر است؟



$\frac{\mu_0 I}{\pi a} \cdot \tan\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)$ (۲)	$\frac{\mu_0 I}{\pi a} \cdot n \cdot \tan\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)$ (۱)
---	---

$\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \cdot n \cdot \tan\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)$ (۴)	$\frac{\mu_0 I}{\pi a} \cdot n \cdot \tan\left(\frac{2\pi}{n}\right) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{n}\right)$ (۳)
--	---

۱۲-

آذرخش (رعد و برق) حاوی مقدار بسیار زیادی انرژی است. یک آذرخش باعث ایجاد اختلاف پتانسیل ۲۰۰ میلیون ولت و جریان الکتریکی

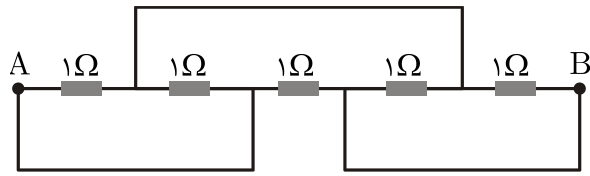
۱۰ هزار آمپر به مدت زمان فقط ۳۰ میلی‌ثانیه می‌شود. فرض کنید همه انرژی آذرخش برای گرم کردن آب اقیانوس استفاده شود. حدوداً

چند تن آب اقیانوس با انرژی یک آذرخش به بخار ۲۰۰ درجه سانتیگراد تبدیل می‌شود؟

گرمای نهان تبخیر آب: ۲۳۰۰ kJ/kg، ظرفیت گرمای ویژه آب: ۴ KJ/Kg'C، ظرفیت گرمای ویژه بخار: ۲ KJ/Kg'C

۲۰۰ (۴)	۲۰۰۰ (۳)	۲۰ (۲)	۲۰۰۰۰ (۱)
---------	----------	--------	-----------

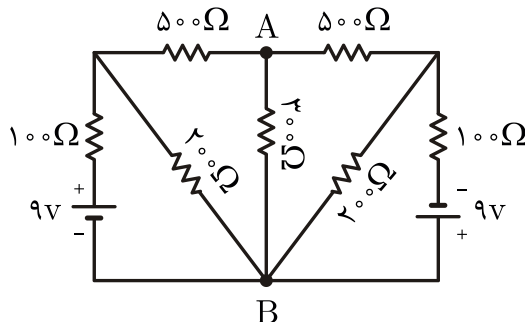
-۱۳



مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟ (مقدار هر یک از مقاومت ها یک اهم است.)

- (۱) ۰/۵
(۲) ۱
(۳) ۱/۵
(۴) ۲

-۱۴



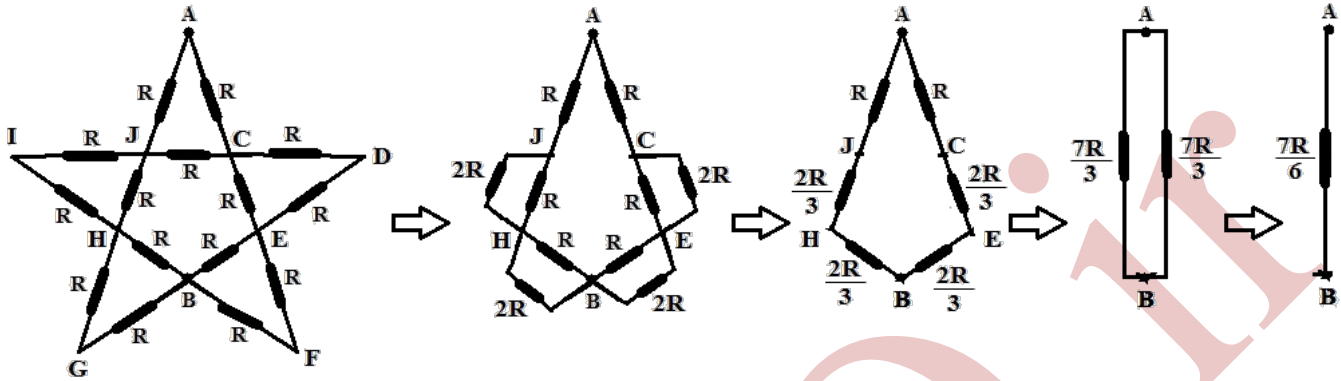
اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B چند ولت است؟

- (۱) ۳
(۲) ۶
(۳) ۹
(۴) صفر

-۱

گزینه "۴" صحیح میباشد.

باتوجه به تقارن مسئله، نقاط D, C هم پتانسیل هستند و در نتیجه جریانی از مقاومت CD نمیگذارد.



$$R_{CDE} = R_{EFB} = R_{BGH} = R_{HIJ} = 2R$$

$$\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{3}{2R}$$

$$\frac{2R}{3} + \frac{2R}{3} + R = \frac{7R}{3}$$

$$\frac{3}{7R} + \frac{3}{7R} = \frac{1}{R_{eq}}$$

$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{7}{6}R$$

-۲

گزینه "۳" صحیح میباشد.

با عبور جریان از مقاومت، و در نتیجه با ایجاد گرما در مقاومت، مقدار مقاومت سیم افزایش مییابد. بنابراین بر اساس پایستگی انرژی، طبق رابطه‌ی مقابل شیب دما برحسب زمان به تدریج کاهش مییابد.

$$\left. \begin{aligned} mc \frac{dT}{dt} &= \frac{\varepsilon^2}{R} \\ R &= R_0(1 + \alpha T) \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{dT}{dt} = \frac{\varepsilon^2}{mcR_0(1 + \alpha T)} \Rightarrow \int^T (1 + \alpha T) dT = \frac{\varepsilon^2}{mcR_0} \int^t dt \Rightarrow T + \frac{\alpha}{2} T^2 = \frac{\varepsilon^2 t}{mcR_0}$$

$$\Rightarrow T = \frac{1}{\alpha} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2\varepsilon^2 \alpha t}{mcR_0}} \right] \Rightarrow \frac{dT}{dt} = \frac{\varepsilon^2}{mcR_0} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2\varepsilon^2 \alpha t}{mcR_0}}} > 0$$

-۳

گزینه "۳" صحیح میباشد.

با نوشتن قانون حلقه :

$$I_r = \frac{E}{3}$$

مقاومت معادل مدار

$$\Rightarrow I = \frac{17E}{24}$$

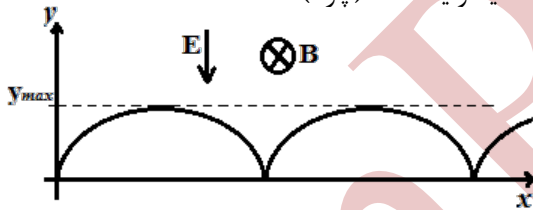
$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{24}{17}$$

$$\Rightarrow \frac{I_r}{I} = \frac{\frac{E}{3}}{\frac{17E}{24}} = \frac{8}{17}$$

-۴

گزینه "۳" صحیح میباشد.

مسیر الکترون در صورت وجود میدان الکتریکی و مغناطیسی متعامد یک سیکلوئید است. (چرا؟)



- $d > y_{max} \rightarrow$ برخورد نمیکند
- $y = y_{max} \rightarrow$ مماس میشود
- $d < y_{max} \rightarrow$ برخورد میکند

-۵

گزینه "۲" صحیح میباشد.

$$\left. \begin{aligned} mc \frac{dT}{dt} &= \frac{\varepsilon^r}{R} \\ R &= R_0(1 + \alpha T) \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{dT}{dt} = \frac{\varepsilon^r}{mcR_0} \frac{1}{1 + \alpha T} \Rightarrow \int_0^T (1 + \alpha T) dT = \frac{\varepsilon^r}{mcR_0} \int_0^t dt \Rightarrow T + \frac{\alpha}{2} T^2 = \frac{\varepsilon^r t}{mcR_0}$$

$$\Rightarrow \alpha T = -1 + \sqrt{1 + \frac{2\varepsilon^r \alpha t}{mcR_0}} \Rightarrow \frac{dT}{dt} = \frac{\varepsilon^r}{mcR_0} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2\varepsilon^r \alpha t}{mcR_0}}} \quad (I)$$

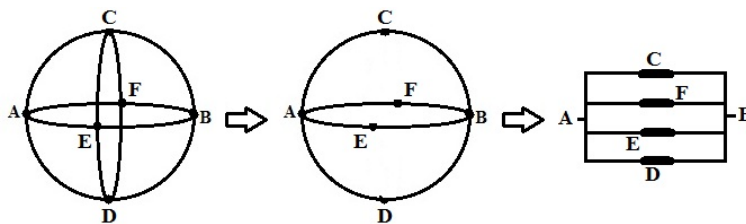
$$mc \frac{dT}{dt} = \varepsilon l \Rightarrow I = \frac{mc}{\varepsilon} \frac{dT}{dt} \quad (II)$$

$$(I), (II) \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_0} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2\varepsilon^r \alpha t}{mcR_0}}} \square \frac{\varepsilon}{R_0} \left[1 - \frac{\varepsilon^r \alpha t}{mcR_0} \right]$$

-۶

گزینه "۲" صحیح میباشد.

باتوجه به تقارن حول محور AB، جریانی از سیمهای EC، FC، ED و FD عبور نمیکند. (چرا؟)



$$R_{AB} = \frac{\pi ar}{4} \leftarrow \pi ar \text{ مقاومت هر نیم دایره}$$

-۷

گزینه "۱" صحیح میباشد.

با عبور جریان از مقاومت، به دلیل گرمای ایجاد شده، مقدار مقاومت افزایش مییابد. با توجه به ثابت بودن حاصلضرب RI، در نتیجه مقدار I کاهش مییابد.

$$\left. \begin{aligned} mc \frac{dT}{dt} &= \frac{\varepsilon^r}{R} \\ R &= R_0(1 + \alpha T) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{dT}{dt} = \frac{\varepsilon^r}{mcR_0(1 + \alpha T)} \Rightarrow \int_0^T (1 + \alpha T) dT = \frac{\varepsilon^r}{mcR_0} \int_0^t dt \Rightarrow T + \frac{\alpha}{2} T^2 = \frac{\varepsilon^r t}{mcR_0}$$

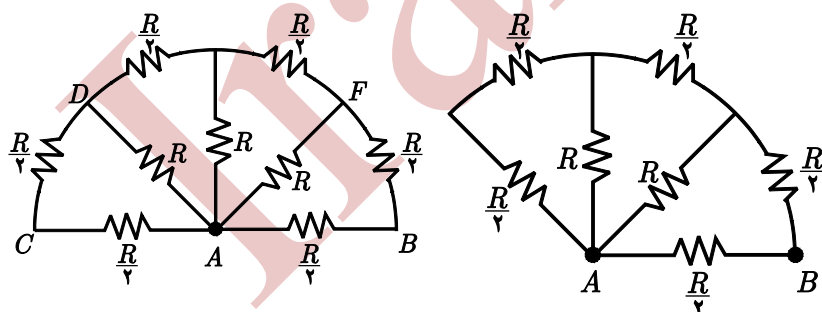
$$\Rightarrow \alpha T = -1 + \sqrt{1 + \frac{2\varepsilon^r \alpha t}{mcR_0}} \Rightarrow \frac{dT}{dt} = \frac{\varepsilon^r}{mcR_0} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2\varepsilon^r \alpha t}{mcR_0}}} \quad (I)$$

$$mc \frac{dT}{dt} = \varepsilon I \Rightarrow I = \frac{mc}{\varepsilon} \frac{dT}{dt} \quad (II)$$

$$(II), (III) \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_0} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2\varepsilon^r \alpha t}{mcR_0}}} \quad (III)$$

-۸

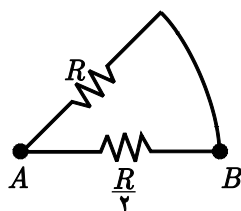
گزینه "۱" صحیح است.



$$R_{ACD} = \frac{R}{2} + \frac{R}{2} = R$$

$$\text{AD ضلع موازی ACD} \Rightarrow R_{AD} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

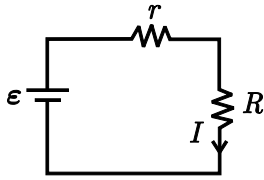
بنابراین به جای مقاومت‌های مسیر بسته ACD می‌توان مقاومت $\frac{R}{2}$ را قرار داد و به همین ترتیب ادامه می‌دهیم:



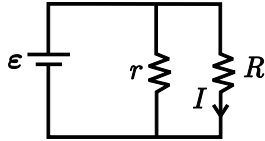
$$\frac{1}{R} + \frac{2}{R} = \frac{3}{R} \Rightarrow R_{\text{معادل}} = \frac{R}{3}$$

-۹

گزینه "۲" صحیح است.



دو حالت وجود دارد: $I = \frac{e}{r + R}$



با توجه به داده های مسئله، این حالت امکان پذیر نیست. چرا؟ $I = \frac{e}{r + R}$

$$e = \mathcal{E}(10 + r) \quad e = 12$$

$$e = 0.6(18 + r) \quad r = 2W$$

$$\Rightarrow 12 = 0.6(R + 2) \Rightarrow \boxed{R = 118W}$$

-۱۰

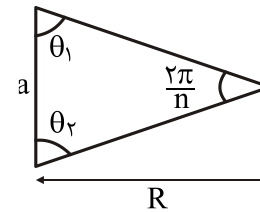
گزینه "۳" صحیح می باشد.

به ازای هر جزء از سیم که میدانی در مرکز دایره ایجاد میکند، جزئی متقارن در طرف دیگر دایره وجود که میدانی خلاف جهت جزء قبلی ایجاد میکند. لذا با توجه به تقارن جریان حول محور افقی دایره، میدان مغناطیسی ایجاد شده در مرکز دایره صفر است.

-۱۱

گزینه الف درست است.

چون n ضلعی منتظم است:



میدان مغناطیسی کل برابر است با مجموع میدان مغناطیسی هر ضلع:

$$\theta_1 = \theta_2 = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{n}$$

$$\tan\left(\frac{\pi}{n}\right) = \frac{a}{2R} \Rightarrow R = \frac{a}{2 \tan\left(\frac{\pi}{n}\right)}$$

$$\Rightarrow B = \frac{n\mu_0 I}{4\pi} \frac{2 \tan\left(\frac{\pi}{n}\right)}{a} \left[\cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{n}\right) + \cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{n}\right) \right]$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{\pi a} n \tan\left(\frac{\pi}{n}\right) \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)$$

-۱۲

گزینه ب درست است.

انرژی گرمایی تولیدشده توسط یک آذرخش: $J = 6 \times 10^{10} = 30 \times 10^{-3} \times 10^3 \times 10^6 \times 200 \times 10^6$

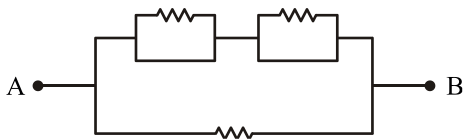
$$Q = m(c_1 \Delta T_1 + L_V + C_2 \Delta T_2) \Rightarrow m = \frac{6 \times 10^{10}}{4 \times 10^3 \times 100 + 2/3 \times 10^6 + 2 \times 10^3 \times 100}$$

$$\Rightarrow m \approx 2 \times 10^4 \text{ kg} = 20 \text{ t}$$

-۱۳

گزینه الف درست است.

نمودار معادل به شکل زیر خواهد بود. (چرا؟)



$$\Rightarrow R_e = 0.5 \Omega$$

-۱۴

گزینه د درست است.

با توجه به آرایش مقاومت‌ها، مشخص است که مدار پل وتستون را شامل می‌شود. بنابراین از مقاومت 300Ω اهمی جریانی عبور نمی‌کند:

$$V_{AB} = 0$$