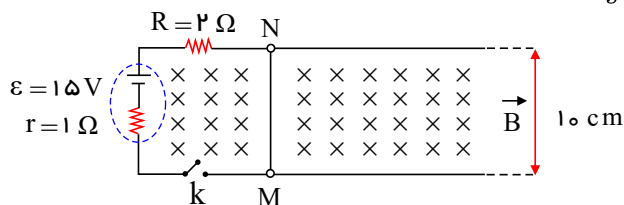


ادب

۱- در شکل زیر، میدان مغناطیسی، درون سو و یکنواخت و بزرگی آن $2T$ است و جرم میله فلزی و قائم MN که بدون مقاومت الکتریکی است برابر $20g$ می باشد. کلید K را می بندیم. در لحظه ای که شتاب حرکت میله برابر $\frac{2}{s^2}m$ است، $V_M - V_N$ برابر چند ولت است؟ (اصطکاک میله با قاب ناچیز است).



(ناچیز است).

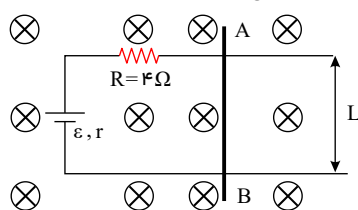
۱) ۲۱ -

۲) ۹

۳) ۹ -

۴) ۲۱

۲- در شکل داده شده سطح قاب بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $5T$ عمود و تمام سیم ها ثابت یا لغزنده رسانای (با مقاومت ناچیز) هستند. سیم لغزنده AB با چند متر بر ثانیه و در کدام جهت حرکت کند تا توان خروجی باتری بیشینه شود؟

($\varepsilon = 18V, r = 2\Omega, L = 1m, B = 5T$)

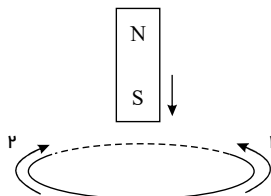
۱) ۱/۸ به سمت چپ

۲) ۳/۶ به سمت چپ

۳) ۱/۸ به سمت راست

۴) ۳/۶ به سمت راست

۳- مطابق شکل زیر، آهنربای میله ای را بالای یک حلقه رها می کنیم تا از درون آن عبور کند. جهت جریان القایی در حلقه در هنگام ورود و خروج آهنربا در کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ به درستی بیان شده است؟



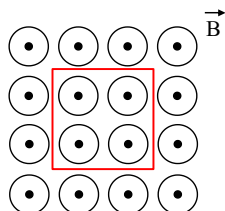
۱) ۲۰۲

۲) ۱۰۱

۳) ۱۰۲

۴) ۲۰۱

۴- مطابق شکل زیر، سطح قابی عمود بر خط های میدان مغناطیسی برون سویی قرار دارد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی به تدریج کاهش یابد تا به صفر برسد و سپس خلاف جهت میدان اولیه شروع به افزایش کند، جهت جریان القایی در این حلقه چگونه خواهد بود؟



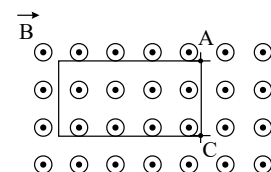
۱) ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد

۲) ابتدا پادساعتگرد و سپس ساعتگرد

۳) پیوسته ساعتگرد

۴) پیوسته پادساعتگرد

۵- شکل زیر مدار بسته تک حلقه ای را نشان می دهد که از رسانای ساکن U شکل و سیم راست و لغزنده AC ساخته شده است. مدار در میدان مغناطیسی یکنواخت برون سویی $\vec{B}$ قرار دارد. در لحظاتی که سیم AC را به طرف راست حرکت دهیم، جریان القایی در مدار و نیروی مغناطیسی ای که میدان برون سویی $\vec{B}$ به سیم AC وارد می کند به طرف است.



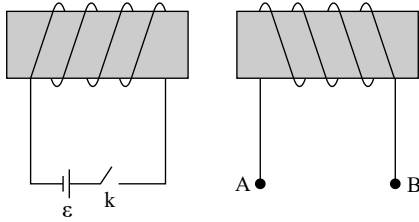
۱) ساعتگرد - راست

۲) ساعتگرد - چپ

۳) پادساعتگرد - راست

۴) پادساعتگرد - چپ

۶- در شکل زیر، اگر پتانسیل الکتریکی نقطه A را با V_A و پتانسیل الکتریکی نقطه B را با V_B نشان دهیم، در لحظه بسته شدن کلید k کدام گزینه صحیح است؟



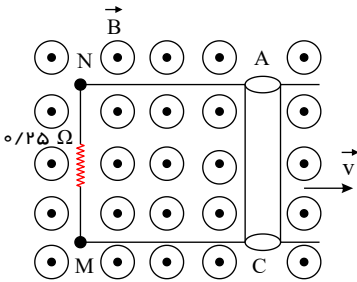
① $V_A < V_B$

② $V_B < V_A$

③ $V_A = V_B$

④ هر سه گزینه می تواند صحیح باشد.

۷- مطابق شکل زیر، میله فلزی AC به طول یک متر در میدان مغناطیسی یکنواخت برون سویی به بزرگی $B = 0.5T$ با سرعت ثابت $4m/s$ بر روی یک قاب فلزی به سمت راست کشیده می شود. جهت و اندازه جریان القایی در قاب فلزی بر حسب آمپر کدام است؟ (مقاومت الکتریکی میله AC ناچیز است).



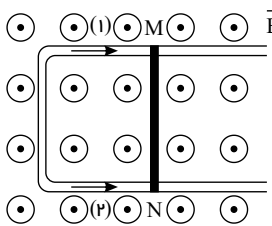
① از M به N ، 8

② از N به M ، 8

③ از M به N ، $\frac{1}{8}$

④ از N به M ، $\frac{1}{8}$

۸- مطابق شکل زیر، سیم MN با مقاومت 2Ω بر روی قاب مستطیل شکلی با تندی ثابت در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $B = 1.6 \times 10^{-2} T$ که عمود بر سطح قاب است، به سمت راست حرکت می کند. اگر مساحت قاب با آهنگ $\frac{m^2}{s}$ افزایش یابد، جریان القایی در سیم چند میلی آمپر و در کدام جهت است؟



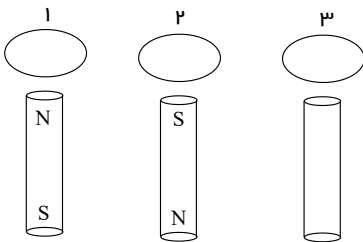
① 24 ، (۲)

② 12 ، (۱)

③ 24 ، (۱)

④ 12 ، (۲)

۹- مطابق شکل مقابل، طی سه آزمایش مجزا، سه حلقه ی آهنی مشابه از ارتفاع معین رها می شوند که از میان حلقه های ۱ و ۲ آهن رباهای میله ای مشابه و از میان حلقه ی ۳ میله ی آهنی می گذرند. کدام رابطه مقایسه ی درستی از زمان سقوط حلقه ها است؟



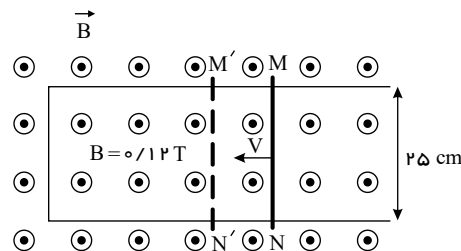
① $t_1 < t_2 < t_3$

② $t_1 > t_2 > t_3$

③ $t_1 = t_2 < t_3$

④ $t_1 = t_2 > t_3$

۱۰- میله فلزی MN را روی رسانای U شکل با سرعت ثابت v در مدت Δt از وضع MN به وضع $M'N'$ در می آوریم. اگر نیروی محرکه القاء شده 0.15 ولت باشد، سرعت حرکت میله چند متر بر ثانیه و جهت جریان القا شده در میله، کدام است؟



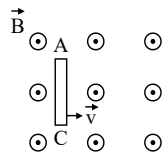
① 5 و از N به طرف M

② 5 و از M به طرف N

③ 7.5 و از N به طرف M

④ 7.5 و از M به طرف N

۱۱- مطابق شکل زیر، میله رسانای AC به طول $۰.۵m$ عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $۴G$ ، در جهت نشان داده شده با تندی



ثابت $۳m/s$ در حال حرکت است. اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و C یعنی $(V_A - V_C)$ برابر با چند میلی‌ولت است؟

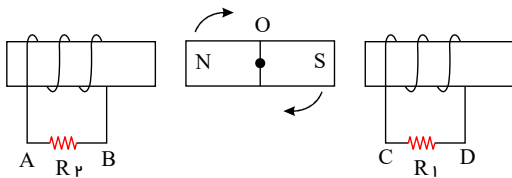
② -۰.۶

① ۰.۶

④ -۰.۳

③ ۰.۳

۱۲- در شکل زیر، سیم‌لوله‌ها ثابت هستند و آهنربا حول مرکز (نقطه O) به صورت ساعتگرد می‌چرخد. جهت جریان القایی در مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۱$



هنگام شروع حرکت آهنربا کدام است؟

① از D به C و از A به B

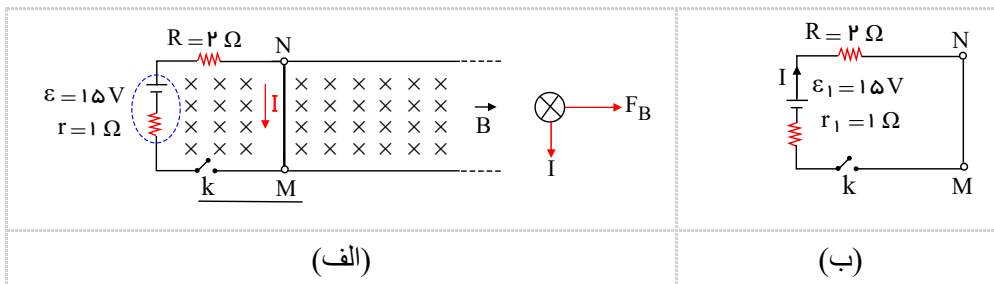
② از C به D و از A به B

③ از D به C و از B به A

④ از C به D و از B به A

پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۳ با بستن کلید K جریان الکتریکی در جهت ساعتگرد در مدار ایجاد می‌شود یعنی جریان در سیم از N به M برقرار می‌شود و مطابق قاعده‌ی دست راست به سیم MN نیروی مغناطیسی به سمت راست وارد می‌شود. این نیرو سبب می‌شود تا سیم MN در جهت راست شروع به حرکت کند. با حرکت سیم طبق قانون لنز در دو سر سیم MN یک ولتاژ القایی ایجاد می‌شود که با جریان عبوری در مدار مخالفت می‌کند. از این رو داریم:



$$\begin{cases} F_B = BIL \sin \theta \\ F = ma \end{cases} \xrightarrow{\theta=90^\circ \Rightarrow \sin \theta=1} BIL = ma$$

$$\Rightarrow I = \frac{ma}{BL} = \frac{0.1 \times 2 \times 2}{0.1 \times 0.2} = 2A \Rightarrow I = 2A$$

اکنون می‌توانیم با حرکت از نقطه M تا N ، مقدار ΔV_{MN} را به دست آوریم:

$$V_M - Ir_1 + \varepsilon_1 - IR = V_N$$

$$V_M - 2 \times 1 + 15 - 2 \times 2 = V_N \Rightarrow V_N - 9 = V_M \Rightarrow V_M - V_N = -9V$$

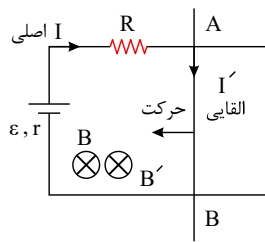
۲ - گزینه ۱ قدم اول: توان خروجی از مولد: $P = \varepsilon I - rI^2$ هنگامی به وجود می‌آید به‌طوری که جریان از پایانه منفی داخل و از پایانه مثبت خارج شود. یعنی در شکل داده شده جریان ساعتگرد باشد.

قدم دوم: زمانی توان خروجی باتری بیشینه است که

$$P = \varepsilon I - rI^2 = \left(\frac{-r}{A} \right) I^2 + \left(\frac{\varepsilon}{B} \right) I \Rightarrow \begin{cases} P = P_{max} (A < 0) \\ I = \frac{-B}{2A} = -\frac{\varepsilon}{2(-r)} = \frac{\varepsilon}{2r} \end{cases} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{2r} = \frac{15}{4} = 3.75A$$

قدم سوم: ابتدا محاسبه می‌کنیم که اکنون قبل از حرکت سیم لغزنده AB جریان چند آمپر است: $I = \frac{\varepsilon}{r+R} = \frac{15}{2+4} = 3A$ بنابراین تا رسیدن به جریان $3.75A$ ، $1.5A$ دیگر نیاز دارد. بنابراین با حرکت سیم لغزنده AB یک جریان القایی باید به کمک جریان اصلی آمپر، و با آن هم سو شود.

این مطلب مستلزم آن است که سیم لغزنده AB به گونه‌ای حرکت کند که B' القایی با B هم جهت باشد. پس طبق قانون لنز سیم AB باید به طرف چپ حرکت کند.

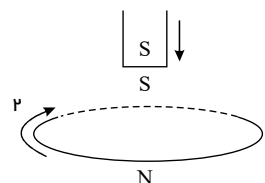


(I' القایی هم‌سو با I اصلی شود) $\rightarrow$ (B' القایی هم‌سو با B اصلی شود) $\rightarrow$ (Q کاهش یافته) $\rightarrow$ (A کاهش یافته)

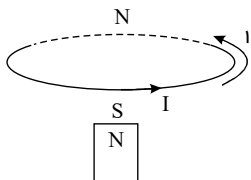
$$\Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{r+R} = \frac{BLV}{r+R} = 1.5 \rightarrow \frac{(5)(1)(V)}{2+4} = 1.5 \rightarrow 5V = 9 \rightarrow V = \frac{9}{5} \rightarrow V = 1.8m/s$$

بنابراین میله لغزنده رسانای AB باید با سرعت $1.8m/s$ به طرف چپ حرکت نماید.

۳ - گزینه ۴ طبق قانون لنز، جهت جریان القایی در حلقه باید به گونه‌ای باشد تا با تغییرات شار مغناطیسی مخالفت کند، به منظور جلوگیری از ورود آهنربا به داخل حلقه می‌بایست فضای بالای حلقه قطب S و فضای پایین آن قطب N شود و طبق قاعده دست راست، جهت جریان القایی در جهت (۲) خواهد بود.

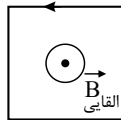
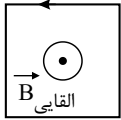


هنگام خروج آهنربا مطابق شکل زیر، جهت جریان القایی باید به گونه‌ای باشد که از دور شدن آهنربا جلوگیری کند، بنابراین جهت جریان القایی، طبق قانون درست راست جهت (۱) می‌باشد.



۴ - گزینه ۴

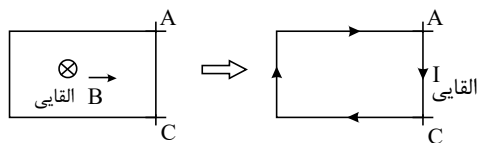
طبق قانون لنز در حالت اول جریان القایی باید در جهتی تولید شود تا با اثر کاهش میدان (کاهش شار مغناطیسی عبوری) مخالفت کند. از این رو باید جریان القایی پادساعتگرد باشد.



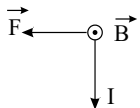
در حالت دوم میدان به صورت درون سو در حال افزایش است. جریان القایی باید در جهتی باشد تا با این افزایش مخالفت کند. از این رو مجدداً جریان القایی باید میدانی برون سو تولید کند. یعنی:

یعنی جریان القایی پیوسته پادساعتگرد خواهد بود.

۵ - گزینه ۲

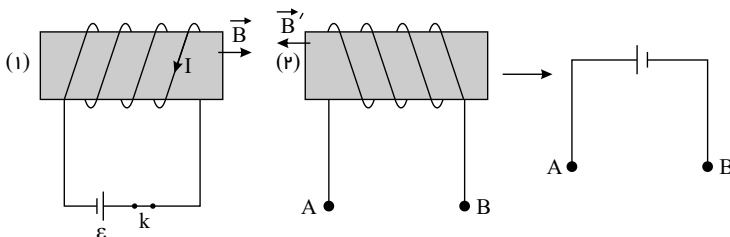


با حرکت سیم AC به طرف راست، مساحت مدار زیاد می شود و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری افزایش می یابد. بنابر قانون لنز، میدان ناشی از جریان القایی در خلاف جهت میدان برون سو $\vec{B}$ ایجاد می شود، تا با افزایش شار مخالفت کند. پس میدان ناشی از جریان القایی درون سو است. اکنون طبق قاعده دست راست، جریان القایی ساعتگرد می شود.



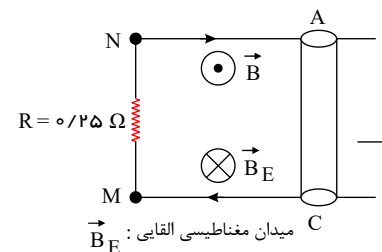
از طرفی جریان در سیم AC رو به پایین و میدان مغناطیسی اصلی (اولیه) برون سو است، پس طبق قاعده دست راست نیروی مغناطیسی وارد بر سیم AC به طرف چپ می شود.

۶ - گزینه ۲ با بسته شدن کلید k، جهت جریان در سیمولۀ (۱) مطابق شکل بوده و چون جریان در هنگام بسته شدن کلید، رو به افزایش است میدان آن نیز رو به افزایش بوده و بنابراین شار مغناطیسی در اطراف سیمولۀ (۲) نیز افزایش می یابد و در این سیمولۀ، جریان القایی به وجود می آید. این جریان در جهتی است که با افزایش شار مخالفت کند، بنابراین جریان القایی در سیمولۀ (۲) در جهت نشان داده شده می باشد. در این حالت می توان سیمولۀ را مولدی فرض نمود که نقطه A به پایانه مثبت و نقطه B به پایانه منفی متصل است. بنابراین: $V_A > V_B$



۷ - گزینه ۱ وقتی میله AC به سمت راست کشیده می شود، شار مغناطیسی گذرنده از مدار بسته افزایش می یابد و بنا به قانون لنز میدان مغناطیسی القایی حاصل از آن خلاف جهت میدان اصلی یعنی درون سو است. پس با توجه به قاعده دست راست، جریان القایی باید ساعتگرد باشد (یعنی از M به N) و اندازه جریان القایی برابر است با:

$$\begin{cases} \varepsilon = Blv \\ \varepsilon = Rl \end{cases} \Rightarrow RI = Blv \Rightarrow \frac{1}{4} \times I = \frac{1}{2} \times 1 \times 4 \Rightarrow I = 8A$$



تکلیف جلسه ۱۸ (قانون لنز - سری سوم)

۸ - گزینه ۲ با حرکت سیم MN به سمت راست، مساحت قاب افزایش یافته و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از آن نیز افزایش می یابد. برای جلوگیری از افزایش شار مغناطیسی، باید میدان مغناطیسی القایی در خلاف جهت میدان مغناطیسی خارجی باشد، بنابراین طبق قاعده دست راست جهت جریان القایی از M به N خواهد بود. همچنین برای محاسبه جریان القایی می توان نوشت:

$$\Rightarrow \bar{I} = \frac{1 \times 1.6 \times 10^{-2}}{2} \times 1.5 \Rightarrow I = 12 \times 10^{-3} A = 12 mA \quad |\varepsilon| = R\bar{I} \Rightarrow \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = R\bar{I} \Rightarrow NB \left| -\frac{\Delta A}{\Delta t} \right| = R\bar{I} \Rightarrow \bar{I} = \frac{NB}{R} \left| -\frac{\Delta A}{\Delta t} \right|$$

۹ - گزینه ۴ در مورد حلقه های ۱ و ۲ هنگام رسیدن به آهن ربا و همچنین هنگامی که آهن رباهای در حال خروج از حلقه ها هستند، طبق قانون لنز با حرکت حلقه ها مخالفت می شود که در نتیجه سرعت سقوط آن ها کم تر می شود و به دلیل مشابه بودن آهن رباها زمان سقوط حلقه های ۱ و ۲ با هم برابر است اما در مورد حلقه ی ۳ چون میله ی آهنی است، این مخالفت وجود ندارد. در نتیجه:

$$t_1 = t_2 > t_3$$

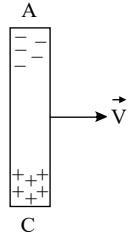
$$\bar{\varepsilon} = Blv \rightarrow v = \frac{0,15}{0,25 \times 0,12} = 5 \text{ m/s}$$

با حرکت میله به طرف چپ، مساحت و شار عبوری کاهش می‌یابد. طبق قانون لنز باید میدان القایی هم جهت با میدان اصلی باشد. طبق قاعده دست راست، جریان القایی در قاب پادساعتگرد و از M به N است.

۱۱ - گزینه ۲ نکته کنکوری: اگر میله‌ای رسانا به طول L عمود بر میدان مغناطیسی B با سرعت v حرکت کند نیروی محرکه‌ای به اندازه $\varepsilon = BLV$ در آن القا می‌شود. پس :

$$\varepsilon = BLV = 4 \times 10^{-4} \times 0,5 \times 3 = 6 \times 10^{-4} \text{ V}$$

از طرفی طبق قاعده دست راست به بارهای مثبت نیروی رو به پایین و به بارهای منفی بر نیروی رو به بالا وارد می‌شود. و توزیع بار در میله به صورت روبرو خواهد بود.

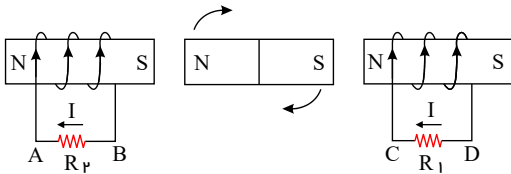


در نتیجه: $V_C > V_A$

$$V_A - V_C = -\varepsilon \rightarrow V_A - V_C = -6 \times 10^{-4} \text{ V} = -0,6 \text{ mV}$$

۱۲ - گزینه ۳

با چرخش آهنربا، میدان مغناطیسی در محل سیم‌لوله‌ها کم می‌شود و طبق قانون لنز باید میدان القایی هم جهت با میدان اصلی آهنربا ایجاد شود.



پاسخنامه کلیدی

۱ - ۳

۳ - ۴

۵ - ۲

۷ - ۱

۹ - ۴

۱۱ - ۲

۲ - ۱

۴ - ۴

۶ - ۲

۸ - ۲

۱۰ - ۱

۱۲ - ۳