

بہ نام یکتا پروردگار مہربان

جلسہ ششم آموزش الکترونیکی فیزیک الکتریسیته و مغناطیس

مدرس: عظیمہ ولایتی

بارم بندی :

حضور منظم در کلاس : ۲ نمره

حل تمرین : ۴ نمره

امتحان پایان ترم : ۱۴ نمره

آدرس وبسایت مدرس جهت دانلود PDF جزوات :

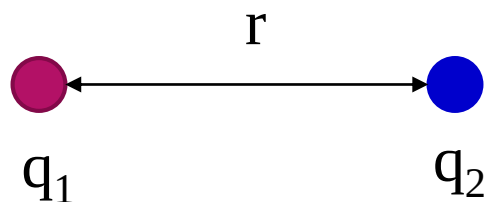
<http://velayati.professora.ir>

ارسال حل تمرین ها از طریق :

- وب سایت
- az.velayati1429@gmail.com
- @az_velayati

انرژی پتانسیل الکتریکی دو بار نقطه ای :

برای این که دو بار نقطه ای q_1 و q_2 در فاصله ی r از هم قرار گیرند باید کاری انجام شود که این کار بصورت انرژی پتانسیل الکتریکی در مجموعه دو بار ذخیره می شود.



ثابت کولن

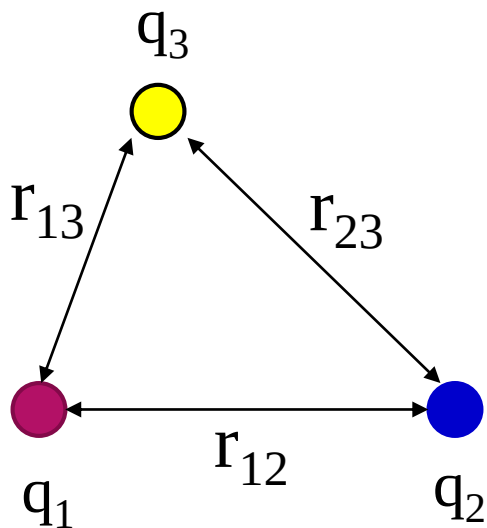
$$U = \frac{kq_1q_2}{r}$$

انرژی پتانسیل الکتریکی (J)

فاصله ی بارها (m)

انرژی پتانسیل الکتریکی مجموعه ای از بار نقطه ای :

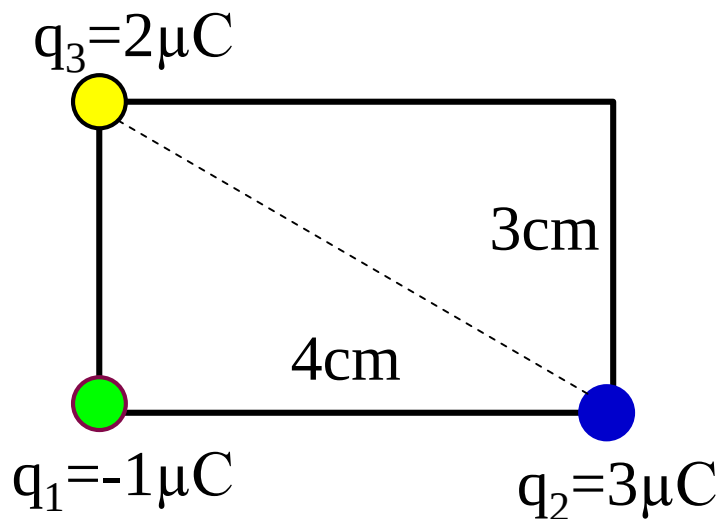
اگر بیش از دو بار نقطه ای داشته باشیم، انرژی پتانسیل الکتریکی مجموعه ی بارها به شکل زیر محاسبه می شود:



$$U = U_{12} + U_{13} + U_{23} + \dots$$

$$U = \frac{kq_1q_2}{r_{12}} + \frac{kq_1q_3}{r_{13}} + \frac{kq_2q_3}{r_{23}} + \dots$$

مثال: با توجه به شکل زیر انرژی پتانسیل الکتریکی مجموعه بارها را محاسبه کنید.



$$U = U_{12} + U_{13} + U_{23}$$

$$U = \frac{kq_1q_2}{r_{12}} + \frac{kq_1q_3}{r_{13}} + \frac{kq_2q_3}{r_{23}}$$

$$U = (9 \times 10^9) \left(\frac{(-1)(3)(10^{-12})}{(4 \times 10^{-2})} + \frac{(-1)(2)(10^{-12})}{(3 \times 10^{-2})} + \frac{(2)(3)(10^{-12})}{(5 \times 10^{-2})} \right)$$

$$= 0.9 \left(-\frac{3}{4} - \frac{2}{3} + \frac{6}{5} \right) = 0.9(-0.75 - 0.66 + 1.2) = -0.189J$$

جریان الکتریکی :

- ✓ شارش بارهای الکتریکی را جریان الکتریکی می گوئیم.
- ✓ در غیاب اختلاف پتانسیل، الکترون های آزاد موجود در رسانا حرکت نامنظم و کاتوره ای دارند و شارش خالص بار در رسانا وجود ندارد.
- ✓ در حضور اختلاف پتانسیل، الکترون ها با سرعتی به نام سرعت سوق در خلاف جهت میدان الکتریکی، در داخل رسانا حرکت می کنند.

جریان الکتریکی متوسط :

بار شارش شده در واحد زمان را جریان الکتریکی متوسط گویند که از رابطه ی زیر بدست می آید:

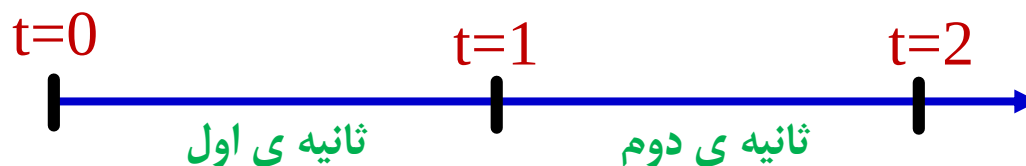
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q_2 - q_1}{t_2 - t_1}$$

تغییرات بار (C) $\uparrow$

جریان الکتریکی (A) $\leftarrow$

$\downarrow$ بازه ی زمانی (s)

مثال ۱ : بار عبوری از مقطع رسانایی بر حسب زمان به صورت $q=t^2+3t-1$ است. جریان الکتریکی در ثانیه ی دوم را محاسبه کنید.



$$\begin{cases} t_1 = 1 \Rightarrow q_1 = (1)^2 + 3(1) - 1 = 3C \\ t_2 = 2 \Rightarrow q_2 = (2)^2 + 3(2) - 1 = 9C \end{cases}$$

$$I = \frac{q_2 - q_1}{t_2 - t_1} = \frac{9 - 3}{2 - 1} = 6A$$

سؤال امتیازدار :

مثال ۲ : بار عبوری از مقطع رسانایی بر حسب زمان به صورت $q=3t^2+4t+1$ است. جریان الکتریکی در ثانیه ی سوم چند برابر جریان الکتریکی در ثانیه ی اول است؟



مثال ۲ : بار عبوری از مقطع رسانایی بر حسب زمان به صورت $q=3t^2+4t+1$ است. جریان

الکتریکی در ثانیه ی سوم چند برابر جریان الکتریکی در ثانیه ی اول است؟



$$\begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow q_1 = 3(0)^2 + 4(0) + 1 = 1C \\ t_2 = 1 \Rightarrow q_2 = 3(1)^2 + 4(1) + 1 = 8C \end{cases}$$

$$I = \frac{q_2 - q_1}{t_2 - t_1} = \frac{8 - 1}{1 - 0} = 7A$$

$$\frac{I'}{I} = \frac{19}{7} = 2.7$$

$$\begin{cases} t_1 = 2 \Rightarrow q_1 = 3(2)^2 + 4(2) + 1 = 21C \\ t_2 = 3 \Rightarrow q_2 = 3(3)^2 + 4(3) + 1 = 40C \end{cases}$$

$$I' = \frac{q_2 - q_1}{t_2 - t_1} = \frac{40 - 21}{3 - 2} = 19A$$

نکته :

می توان جریان الکتریکی متوسط را از رابطه ی زیر نیز بدست آورد:

$$I = \frac{ne}{t}$$

تعداد الکترونها $\uparrow$

بار یک الکترون (بار بنیادی) $\rightarrow$

$\leftarrow$ جريان الکتریکی (A)

$\downarrow$

بازه ی زمانی (s)

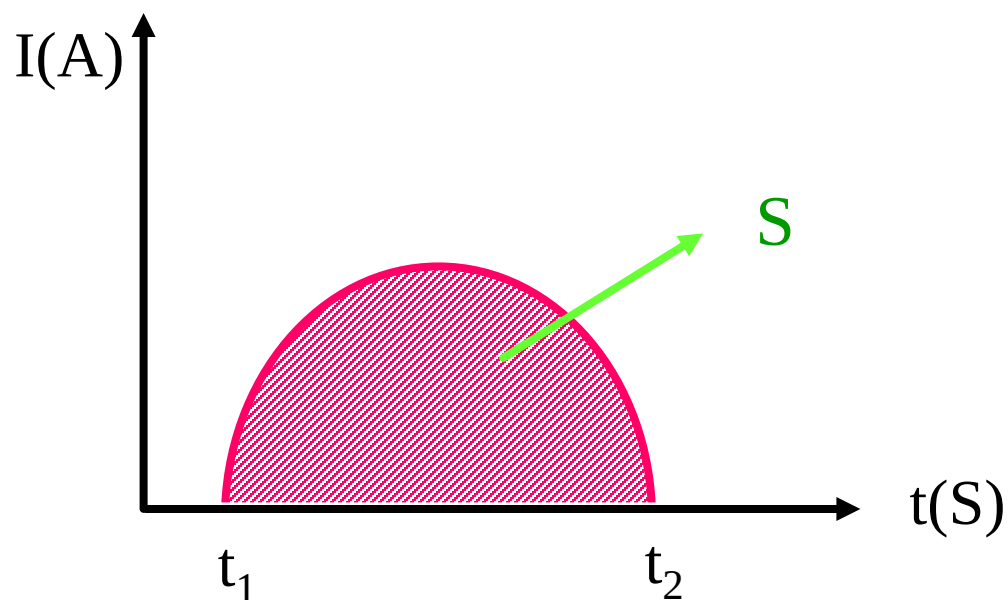
مثال : جریان الکتریکی عبوری از یک لامپ 0.32 آمپر است. در مدت 10 ثانیه چه تعداد الکترون از داخل لامپ عبور می کند؟

$$I = \frac{ne}{t} \Rightarrow 0.32 = \frac{n(1.6 \times 10^{-19})}{10} \Rightarrow n(1.6 \times 10^{-19}) = 3.2 \Rightarrow$$

$$n = \frac{3.2}{1.6 \times 10^{-19}} = 2 \times 10^{19}$$

نمودار جریان-زمان (I-t) :

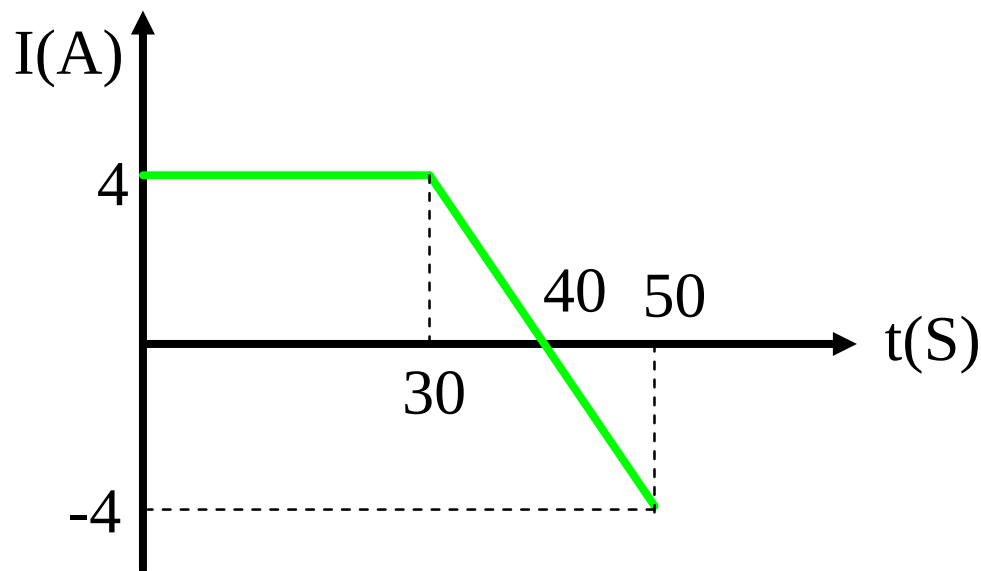
مساحت زیر نمودار جریان-زمان نشان دهنده ی مقدار بار عبوری از رسانا است.

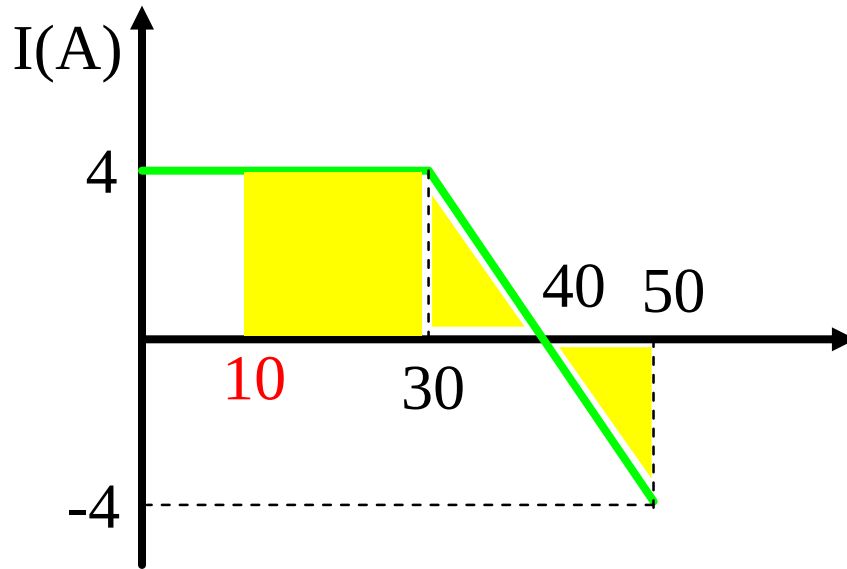


مثال : با توجه به نمودار زیر :

الف) بار عبوری از رسانا در بازه زمانی ۱۰ تا ۵۰ ثانیه چند کولن است؟

ب) جریان الکتریکی در بازه زمانی ۱۰ تا ۵۰ ثانیه چند آمپر است؟





ذوزنقه $S_1 = \frac{(20 + 30)4}{2} = 100$

مثلث $S_2 = \frac{(10)(4)}{2} = 20$

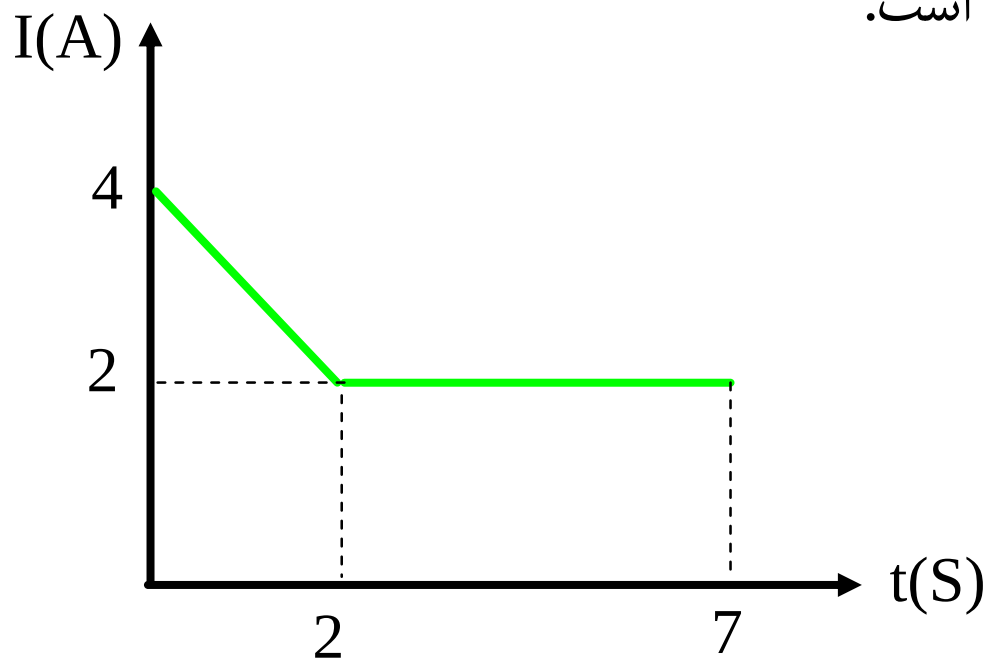
$$S = S_1 - S_2 = 100 - 20 = 80 \Rightarrow \Delta q = 80C$$

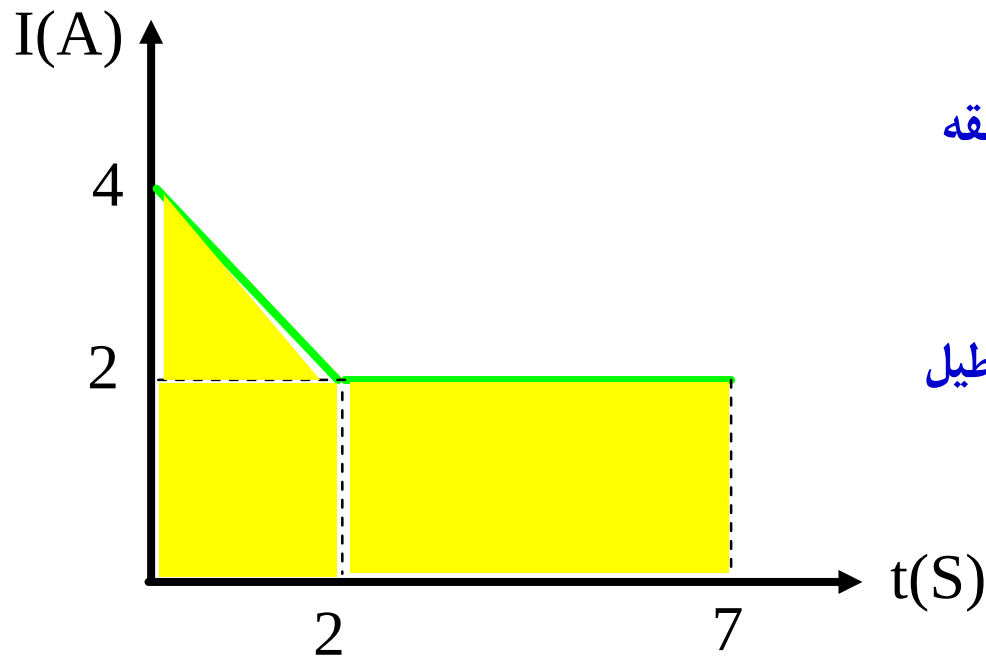
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{80}{50 - 10} = 2A$$

سؤال امتیازدار :

مثال : با توجه به نمودار زیر مشخص کنید در مدت ۷ ثانیه چه تعداد الکترون

از رسانا عبور کرده است.





ذوزنقه $S_1 = \frac{(2+4)2}{2} = 6$

مستطیل $S_2 = (5)(2) = 10$

$$S = S_1 + S_2 = 6 + 10 = 16 \Rightarrow \Delta q = 16C$$

$$\Delta q = ne \Rightarrow 16 = n(1.6 \times 10^{-19}) \Rightarrow n = \frac{16}{1.6 \times 10^{-19}} = 10^{20}$$

مقاومت الکتریکی :

- ✓ الکترون ها در حال حرکت در رسانا با اتم های آن برخورد می کنند. در واقع رسانا نوعی مقاومت در برابر عبور الکترون ها از خود نشان می دهد.
- ✓ هرچه مقاومت رسانا بیشتر باشد، جریان الکتریکی کمتری از آن عبور می کند.
- ✓ مقاومت الکتریکی از رابطه ی زیر محاسبه می شود:

$$R = \frac{V}{I}$$

اختلاف پتانسیل (V) →
← مقاومت الکتریکی (Ω)

→
جریان الکتریکی (A)

مثال : رسانایی به اختلاف پتانسیل 20 ولت متصل است و در مدت ۳ ثانیه 12 کولن بار از آن عبور می کند. مقاومت رسانا چند اهم است؟

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{12}{3} = 4A$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{4} = 5\Omega$$

مقاومت الکتریکی با کمک مشخصات ساختمانی رسانا :

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

مقاومت ویژه ($\Omega \cdot m$) $\uparrow$ ρ
 طول رسانا (m) $\rightarrow$ L
 مقاومت الکتریکی (Ω) $\leftarrow$ R
 سطح مقطع رسانا (m^2) $\rightarrow$ A

مثال : مقاومت الکتریکی سیمی از جنس مس به طول 10m و سطح مقطع 1mm^2 چند اهم است؟ (مقاومت ویژه مس برابر است با : $1.68 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{(1.68 \times 10^{-8})(10)}{(1 \times 10^{-6})} = 1.68 \times 10^{-1} = 0.168 \Omega$$

تمرین

توسط یک باتری اختلاف پتانسیل 6 ولت را به دو سر یک رسانای فلزی اعمال می کنیم. که باعث عبور جریان 0.5 آمپر از رسانا می شود:

الف) در مدت ۱ دقیقه چه مقدار بار از رسانا عبور می کند؟

ب) در مدت ۱ دقیقه چه تعداد الکترون از رسانا عبور می کند؟