* انرژی پتانسیل الکتریکی:

هرگاه دو بار الکتریکی در کنار یکدیگر قرار داشته باشند، مجموعه آنها دارای انرژی پتانسیل الکتریکی است که اگر شرایط فراهم باشد، می‌تواند به انرژی جنبشی تبدیل شود.

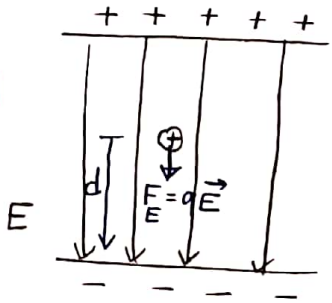
اگر این دو بار همنام باشند، نزدیک کردن آنها به یکدیگر توسط یک عامل خارجی، انرژی پتانسیل آنها را افزایش و دور کردن آنها از یکدیگر، انرژی پتانسیل مجموعه را کاهش می‌دهد.

*** در حالت کلی، اگر بارهای الکتریکی به حال خود رها شوند، تمایل دارند که در جهت کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی حرکت کنند، بنابراین برای حرکت آنها در خلاف جهت جابجایی طبیعی، باید بر روی آنها کار انجام داد.

* محاسبه کار نیروی الکتریکی

اگر بار الکتریکی $q+$ در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ قرار گیرد، از طرف میدان به آن نیرو وارد شده و طی جابجایی $\vec{d}$ انرژی جنبشی بار افزایش می‌یابد. بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد. کار نیروی الکتریکی برابر است با:

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



* تعریف انرژی پتانسیل الکتریکی:

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی با منفی کار نیروی الکتریکی برابر است.

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

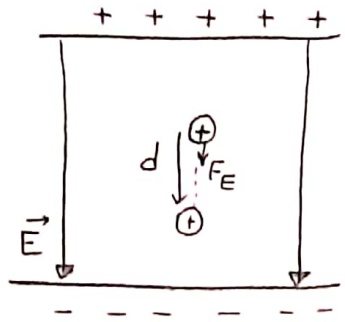
یکای انرژی پتانسیل الکتریکی ژول (J) است.

Scanned with CamScanner

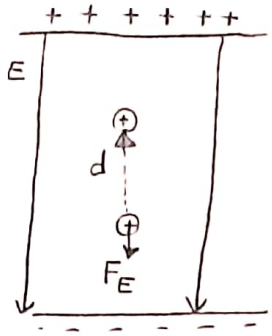
نکته ۱) اگر بار مثبت در جهت میدان الکتریکی جابجا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد و در خلاف جهت میدان جابجا شود، افزایش می‌یابد.

نکته ۲) اگر بار منفی در جهت میدان الکتریکی جابجا شود، انرژی پتانسیل آن‌ها افزایش می‌یابد و در خلاف جهت میدان جابجا شود، کاهش می‌یابد.

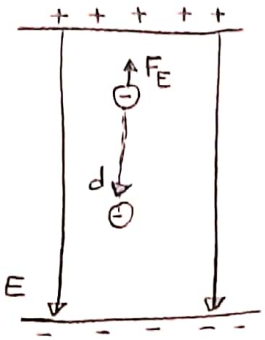
تمرین: نتایج بیان شده در شکل‌های زیر را اثبات کنید.



الف) بار مثبت را در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابجا می‌کنیم:
میدان الکتریکی کار مثبت W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E کاهش می‌یابد.

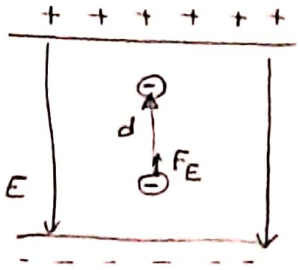


ب) بار مثبت را در خلاف جهت میدان الکتریکی E جابجا می‌کنیم.
میدان الکتریکی کار منفی W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل U_E افزایش می‌یابد.



پ) بار منفی را در جهت میدان الکتریکی E جابجا می‌کنیم.
میدان الکتریکی کار منفی W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E افزایش می‌یابد.

مثال: بار الکتریکی نقطه‌ای و مثبت $250\,\mu C$ در یک میدان یکنواخت به بزرگی $4000\ \frac{N}{C}$ به اندازه $20\,cm$ هم جهت با میدان جابجا می‌شود.
الف) کار نیروی الکتریکی
ب) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار را محاسبه کنید.



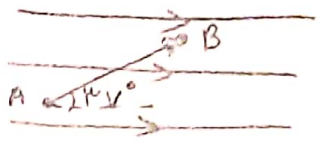
ت) بار منفی را در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابجا می‌کنیم:
میدان الکتریکی کار مثبت W_E را روی بار انجام می‌دهد. انرژی پتانسیل الکتریکی U_E کاهش می‌یابد.

Scanned with CamScanner

تمرین: ذره‌ای با بار $q=8\mu C$ در میدان الکتریکی به بزرگی $5\times10^{4}\ \frac{N}{C}$ از نقطهٔ A به B انتقال می‌یابد.

$AB=30\ cm$

$\cos 37=0/8$



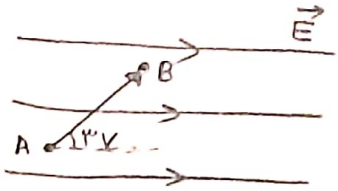
الف) کار نیروی الکتریکی را حساب کنید.

ب) اگر حرکت بار بکنواخت باشد، کار نیروی خارجی را حساب کنید.

تمرین: ذره‌ای با بار $q=-4\mu C$ در میدان الکتریکی به بزرگی $9\times10^{4}\ \frac{N}{C}$ از نقطهٔ A به نقطهٔ B انتقال می‌یابد.

$AB=20\ cm$ و

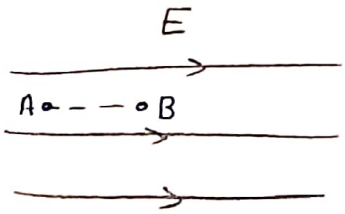
$\cos 37=0/8$



الف) کار نیروی الکتریکی را حساب کنید.

ب) اگر حرکت بار بکنواخت باشد، کار نیروی خارجی را حساب کنید.

تست: در شکل روبه رو، در میدان الکتریکی یکنواخت $10^{5}\ \frac{N}{C}$، ذره‌ای با بار الکتریکی $q=-5\mu C$ در نقطهٔ B بدون سرعت اولیه رها می‌شود. وقتی این ذره در مسیر مستقیم، $20\ cm$ جابجا شده و به نقطهٔ A می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟



۱) ۱/۰ ۲) ۰/۵

۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۵

تست: بار الکتریکی $q=-4\mu C$ مطابق شکل در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^{5}\ \frac{V}{m}$ رها می‌شود. در جابجایی بار q از A تا B، انرژی جنبشی بار ۱ میلی‌ژول افزایش می‌یابد. V_B-V_A چند کیلوولت است؟

۱) ۲ ۲) -۲ ۳) ۲۰۰ ۴) -۲۰۰

Scanned with CamScanner

۲۶۵

تست: بار $q=-2\mu C$ را از نقطهٔ A تا B جابجا می‌کنیم. انرژی پتانسیل الکتریکی بار چه مقدار و چگونه تغییر می‌کند؟

$E=10^{5}\frac{N}{C}$

$AB=15cm$

نکته: اگر جابجایی بر میدان الکتریکی عمود باشد، کار میدان الکتریکی و تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی صفر است.

تست: بار $q=+5\mu C$ را از نقطهٔ A تا B و سپس تا C جابجا می‌کنیم. اگر $AB=10cm$ و $BC=5cm$ باشد کدام گزینه در مورد تغییر انرژی پتانسیل در این جابجایی‌ها درست است؟

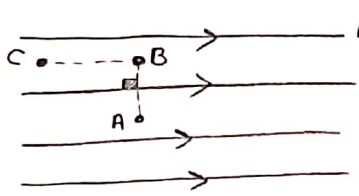
۱) $\Delta U_{AB}=2\Delta U_{BC}>0$

۲) $\Delta U_{AB}=\frac{1}{2}\Delta U_{BC}>0$

۳) $\Delta U_{AB}=\Delta U_{BC}=0$

۴) $\Delta U_{AB}=\Delta U_{BC}<0$

تست: مطابق شکل بار $q=-5pC$ را از نقطهٔ A تا C روی مسیرنشان داده شده جابجا می‌کنیم. تغییر انرژی پتانسیل بار چند ژول است؟



$E=10^{4}\frac{N}{C}$

$AB=10cm$

$BC=20cm$

۱) -10^{-4}

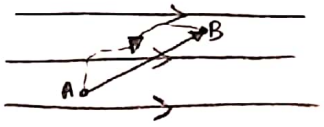
۲) $+10^{4}$

۳) -10^{+4}

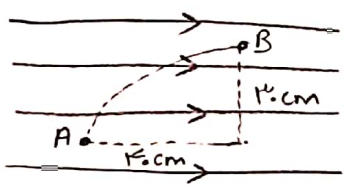
۴) $+10^{4}$

مثال: اگر دو بار ناهمنام را به یکدیگر نزدیک کنید، انرژی پتانسیل الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟

نکته: کار نیروی الکتریکی (مانند کار نیروی گرانشی) به مسیر حرکت بین دو نقطه وابسته نیست. پس اگر بار را روی یک مسیر منحنی بین دو نقطه A تا B جابجا کنیم، می‌توانیم جابجایی را برداری که مستقیماً نقطهٔ A را به B وصل می‌کند در نظر بگیریم.



تست: مطابق شکل بار $q=+4/5\mu C$ را روی مسیر $\frac{1}{4}$ بیضی از A تا B جابجا می‌کنیم. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار در این جابجایی چند ژول است؟



۱) $0/9\times10^{-2}$

۲) $-0/9\times10^{-2}$

۳) $1/8\times10^{-2}$

۴) $-1/8\times10^{-2}$

Scanned with CamScanner

* پتانسیل الکتریکی:

انرژی پتانسیل الکتریکی به بار الکتریکی و میدان الکتریکی وابسته است ولی کمیت دیگری وجود دارد که به بار وابسته نیست و فقط به میدان الکتریکی وابسته است. این کمیت را پتانسیل الکتریکی می‌گویند.

* در جابجایی بار الکتریکی، تغییر ΔV به q متقل از مقدار و نوع بار می‌باشد. به این تغییر، اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌گویند و با نماد ΔV نمایش می‌دهند. به عبارت دیگر، اختلاف پتانسیل الکتریکی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بازای بار یک کولن است.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

ΔV اختلاف پتانسیل الکتریکی برحسب ژول بر کولن ($\frac{J}{C}$) که به آن ولت (V) می‌گویند.

نکته: q و ΔU در فرمول $\frac{\Delta U}{q}$ باید با علامت قرار داده شوند. یعنی اگر بار الکتریکی یا انرژی پتانسیل الکتریکی منفی باشد، باید با علامت منفی در رابطه قرار بگیرد.

مثال: ذره‌ای با بار $+2\mu C$ در یک میدان الکتریکی جابجا می‌شود. اگر کار میدان الکتریکی در طی جابجایی بین دو نقطه A و B برابر $+8mJ$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین این دو نقطه چند ولت است؟

تست: بار $q = -4\mu C$ را در یک میدان الکتریکی جابجا می‌کنیم و انرژی پتانسیل الکتریکی بار به اندازه $2\times10^{-3}J$ افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل الکتریکی نقطهٔ اول و دوم $(V_2 - V_1)$ چند ولت است؟

۱) -8×10^{-9} ۲) $+8\times10^{-9}$ ۳) -500 ۴) $+500$

تست: بار الکتریکی $-5nC$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -50V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_2 = +10V$ جابجا می‌شود. انرژی پتانسیل بار چه مقدار و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) $3\times10^{-7}J$، کاهش ۲) $3\times10^{-7}J$، افزایش ۳) $2\times10^{-7}J$، کاهش ۴) $2\times10^{-7}J$، افزایش

Scanned with CamScanner