

در اصطلاحی که به اهمیت آن توجه است باید با صرف نظر شل داده شود

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

نیروی الکترواستاتیکی

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Nm^2}{C^2} \right)$$

$$k = 8.99 \times 10^9$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

ثابت الکترواستاتیکی
نسبت به ماده میانی با اعداد دارد
 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{|R_{12}|^2} \hat{r}_{12} \quad \hat{r}_{12} = \frac{\vec{R}_{12}}{|R_{12}|}$$

اصل برکنش نیروهای الکترواستاتیکی: اگر ماده دارای بار داشته باشد نیروهای قادر بر آن است، جمع بردارهای نیروی دوجمله‌ای

$$\vec{F}_{1,2,\dots,n} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \dots + \vec{F}_{1n}$$

می باشد

بارها توانسته می باشند و نسبت قابل تمایز است

اصل سنی بار الکترواستاتیکی: بار الکترواستاتیکی موجود در یک ماده از ماده دیگر منتقل می شود و این می رود که در هر بار یک بار الکترواستاتیکی

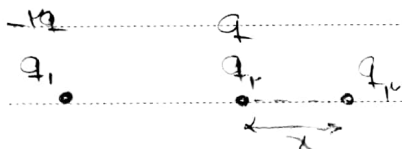
مثال: $q_1 = q$ در $(1, 2, 3)$ و $q_2 = -q$ در $(-1, 0, 5)$ ، F_{12} را بیابید

$$R_{12} = (1 - (-1), 2 - 0, 3 - 5)$$

$$|R_{12}| = \sqrt{4 + 4 + 4} = \sqrt{12}$$

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{|R_{12}|^2} \hat{r}_{12}$$

مثال: بارها q_1 و q_2 به فاصله l از یکدیگر قرار دارند. اگر $q_1 = -q$ و $q_2 = q$ ، این دو بار را با هم



تأثیر یکدیگر را پیدا کنید. $q_1 = -q$ و $q_2 = q$

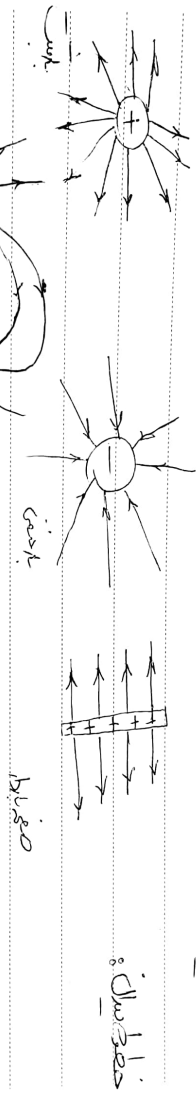
$$F_{12} = F_{21} \rightarrow \frac{k(-q)q}{(l+x)^2} = \frac{k(-q)q}{x^2} \rightarrow \sqrt{x} = l+x \rightarrow x = (\sqrt{l} + 1)^2 l$$

1/1
استاذي المحترم

الحمد لله الذي جعلنا من عباده المخلصين

[illegible]

1/1
Cousin's ~~Handwritten~~ : Cousin's Handwritten



11/11/2021

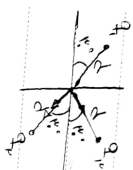
$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

1. 1. 1. 1.

$$\begin{array}{c} \downarrow A \\ W \\ || \\ P_W \\ + \\ P_W \\ + \\ S \\ + \\ P_W = \end{array}$$



$$q_1 = +Q$$

$$q_2 = -Q$$

$$q_{\text{net}} = -Q$$

مسئله: میدان الکتریکی در نقطه P را بیابید.

$$E_x = E_{1x} + E_{2x} + E_{3x}$$

$$E_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{r_1^2} + \frac{q_2}{r_2^2} + \frac{q_3}{r_3^2} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q}{r^2} + \frac{Q}{r^2} + \frac{Q}{r^2} \right)$$

$$E_y = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{r_1^2} + \frac{q_2}{r_2^2} + \frac{q_3}{r_3^2} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q}{r^2} + \frac{Q}{r^2} + \frac{Q}{r^2} \right)$$



اگر میدان الکتریکی در نقطه P را بیابید:

$$E_D = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{r_1^2} + \frac{q_2}{r_2^2} + \frac{q_3}{r_3^2} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q}{r^2} + \frac{Q}{r^2} + \frac{Q}{r^2} \right)$$

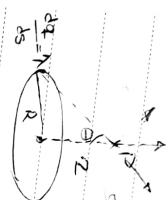
$$E_D = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

این میدان الکتریکی در نقطه P را بیابید. در این مسئله، میدان الکتریکی در نقطه P را بیابید. در این مسئله، میدان الکتریکی در نقطه P را بیابید.

$$E_D = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



المجال الكهربائي الناتج

المجال الكهربائي الناتج عن شحنة R ووجهه في اتجاه z

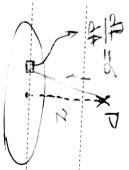
$$dE_z = dE \cos \theta$$

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dQ}{r^2}$$

$$E_z = E_z = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r^2} \int \frac{dQ}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r^2} \int \frac{dQ}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

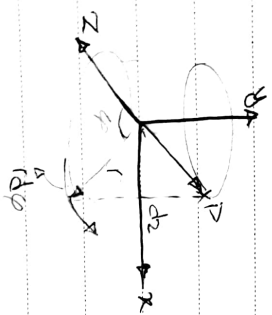
المجال الكهربائي الناتج عن شحنة R ووجهه في اتجاه z

المجال الكهربائي الناتج



المجال الكهربائي الناتج عن شحنة R ووجهه في اتجاه z

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dQ}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma dA}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma (2\pi r dr)}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$



المجال الكهربائي الناتج

المجال الكهربائي الناتج عن شحنة R ووجهه في اتجاه z



$$\vec{E} = q \vec{E}$$

$$-\vec{E} = q \vec{E}$$

التي هي مساهمة المجال الكهربائي

$$T = F_x \sin \theta + F(d-x) \sin \theta = F d \sin \theta = E d \sin \theta$$

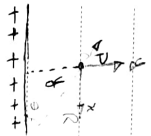
التي هي مساهمة المجال الكهربائي

نلاحظ: $\theta_i = \theta_o$

$$\ominus \rho = \ominus \quad \rightarrow \quad W = -W = - \int_{q_o}^{\theta} T d\theta = - \int D E \sin \theta d\theta = -D E \cos \theta$$

التي هي مساهمة المجال الكهربائي

$$U = -\vec{F} \cdot \vec{E}$$



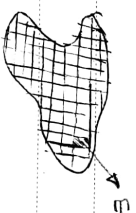
نلاحظ: $\theta_i = \theta_o$ حيث r هي المسافة بين P و q (نفس المسافة)

$$\frac{1}{r^2}$$

$$dW = (E \cos \theta) dA = \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

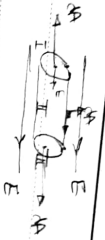
نلاحظ: $dA \cos \theta$ هي المساحة الفعلية التي تتعرض للمجال الكهربائي

$$\varphi = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$



$$\varphi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

نلاحظ: \oint هي علامة التكامل على السطح المغلق



مثال: شعاعی از استوانه وسط، برآورد اولی

$$\phi = \int E \cdot dA = q_1 + q_2 + q_3 = \int E \cos \theta dA + \int E \sin \theta dA + \int E \cos \theta dA = -EA + EA$$

تایید: شعاعی از استوانه وسط، برآورد اولی

$$\epsilon_0 \phi = q_{enc} \rightarrow \phi = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0} \rightarrow q_{enc} = \epsilon_0 \oint E \cdot dA \quad ; \quad \nabla \cdot E = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\nabla \cdot E = \frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z}$$

مثال: شعاعی از استوانه وسط



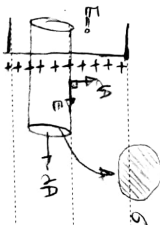
$$\epsilon_0 \oint E \cdot dA = q_{enc} \rightarrow \epsilon_0 \oint E \cdot dA = q$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

مثال: شعاعی از استوانه وسط

مثال: شعاعی از استوانه وسط، برآورد اولی

مثال: شعاعی از استوانه وسط، برآورد اولی

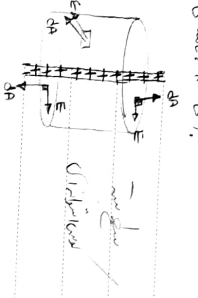


$$\epsilon_0 \oint E \cdot dA = q_{enc} \rightarrow \epsilon_0 \oint E \cdot dA = q_{enc} \rightarrow \epsilon_0 EA = q_{enc}$$

PAPCO

$$E = \frac{q}{\epsilon_0 A}$$

باری، λ ، و ν است



$$\epsilon_0 \oint E \cdot dA = q_{enc} \quad \epsilon_0 \oint E \cdot dA = \lambda h$$

$$\epsilon_0 E \cdot A = \lambda h \quad \epsilon_0 E (\pi r^2 h) = \lambda h \quad E = \frac{1}{\pi \epsilon_0} \frac{\lambda}{r^2}$$

میدان، ولتاژ، و توان

سطحی

مثال

شرط

نوی

- برای $r < R$ - E در جهت r است
- برای $r > R$ - E در جهت r است
- برای $r = R$ - E در جهت r است

برای $r < R$ - E در جهت r است

استان - E در جهت r است

استان / کلی

حجمی

حجمی

حجمی

(حجمی)

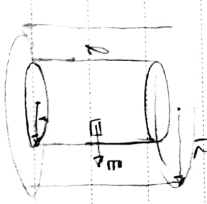
حجمی

مثال: E در جهت r است

$$\rho = \frac{A}{(4\pi r^2)}$$

$r < R$

مثال: E در جهت r است



Subject: _____
Date: _____

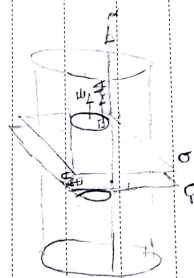
$$I_{\text{enc}} \oint E \cdot dA = \frac{q_{\text{enc}}}{\epsilon_0} \quad \rightarrow \quad \int E \cdot dA = \frac{q_{\text{enc}}}{\epsilon_0} \quad , \quad q_{\text{enc}} = \int \rho \, dV = \int \int \int \frac{A}{r^2} \, r^2 \, dr \, d\theta \, d\phi$$

$$= \frac{\epsilon_0 A}{r^2} \left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{r^2} \right) \quad \rightarrow \quad E \times 4\pi r^2 = \frac{\epsilon_0 A}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{r^2} \right) \quad \rightarrow \quad E = \frac{A}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{r^2} \right)$$

$$I_{\text{enc}} \oint E \cdot dA = \frac{q_{\text{enc}}}{\epsilon_0} \quad , \quad E \times 4\pi r^2 = \frac{\epsilon_0 A}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{r^2} \right)$$

$$E = \frac{A}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{r^2} \right)$$

مثال: فرض کنید یک سیم مستقیم با طول $2a$ و بار Q را در نظر بگیرید. بار را به صورت ρ (چگالی بار) می‌نویسند.



مثال: فرض کنید یک سیم مستقیم با طول $2a$ و بار Q را در نظر بگیرید. بار را به صورت ρ (چگالی بار) می‌نویسند.

$$I_{\text{enc}} \oint E \cdot dA = \frac{q_{\text{enc}}}{\epsilon_0} \quad , \quad E \times 4\pi r^2 = \frac{q_{\text{enc}}}{\epsilon_0} \quad \rightarrow \quad E \times 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

$$I_{\text{enc}} \oint E \cdot dA = \frac{q_{\text{enc}}}{\epsilon_0} \quad , \quad E \times 4\pi r^2 = \frac{q_{\text{enc}}}{\epsilon_0}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} r < a : E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \\ r > a : E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \end{array} \right.$$

مفهوم المجال الكهربائي

هو القوة التي تؤثر على وحدة الشحنة الموجبة عند وضعها في المجال الكهربائي.

$$\vec{W} = q \cdot \vec{E}$$

تغير في الجهد الكهربائي

$$\Delta V = V_f - V_i = -W$$

المجال الكهربائي
بشكل المتجهي

$$W = F \cdot d = q \cdot E \cdot d$$

بالكهربائي q حيز المجال d مؤثره

$$V = -q \cdot E \cdot d$$

$$\Delta V = V_f - V_i = -q \cdot E \cdot d$$

المجال الكهربائي

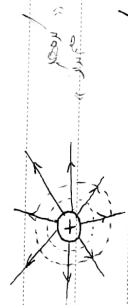
اتجاه المجال الكهربائي هو اتجاه القوة التي تؤثر على شحنة موجبة.

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

$$\Delta V = -\frac{W}{q}$$

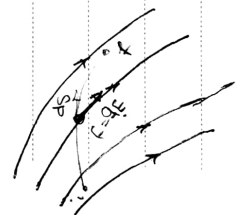
المجال الكهربائي

تغير في الجهد الكهربائي يساوي سعة المجال الكهربائي.



المجال الكهربائي

المجال الكهربائي هو القوة التي تؤثر على وحدة الشحنة الموجبة عند وضعها في المجال الكهربائي.

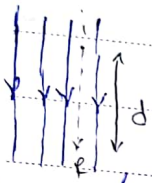


$$W = q \cdot E \cdot d$$

$$\Delta V = -\int E \cdot ds$$

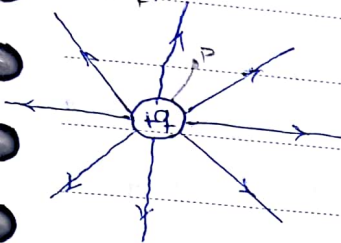
$$\Delta V = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$\Delta V = -\int E \cdot ds = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$



$$V_f - V_i = - \int E \cdot ds = - \int E d\cos\theta = - Ed$$

داده



مثال: پتانسیل ناشی از بار نقطه‌ای

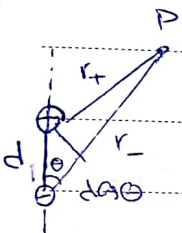
$$V_f - V_i = - \int E \cdot ds \rightarrow V_\infty - V_P = - \int E \cdot ds \rightarrow V_\infty = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} dr = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

$$\begin{aligned} q_1 &\rightarrow V_1 \\ q_2 &\rightarrow V_2 \\ &\vdots \\ q_n &\rightarrow V_n \end{aligned}$$

پتانسیل ناشی از مجموعه بارهای نقطه‌ای

$$V = \sum_{i=1}^n V_i$$

اصل برکس



پتانسیل ناشی از دو قطب الکتریکی

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = V_{(+)} + V_{(-)} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{r_{(+)}} + \frac{-q}{r_{(-)}} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{r_{(-)} - r_{(+)}}{r_{(+)}r_{(-)}} \right)$$

$r \gg d$

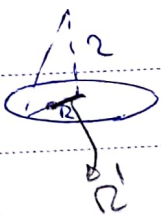
$$r_{(-)} - r_{(+)} \approx d \cos\theta, \quad r_{(+)}r_{(-)} \approx r^2 \rightarrow V = \frac{q d \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{p \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

پتانسیل ناشی از بار پخش شده

فرض کنیم یک بار پخش شده در یک سطح مسطح به مساحت A و با چگالی بار σ در یک نقطه P در فاصله r از آن قرار دارد.

$$dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r}$$

پتانسیل ناشی از بار dq در فاصله r



$$\sigma = \frac{dq}{dA} \rightarrow dq = \sigma dA$$

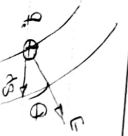
$$dA = R' d\theta$$

$$dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma R' d\theta}{\sqrt{R'^2 + r^2}}$$

$$V = \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{2\pi} \int_0^R \frac{R' d\theta}{(R'^2 + r^2)^{1/2}}$$

$$= \frac{\sigma (2\pi)}{4\pi\epsilon_0} \sqrt{R'^2 + r^2} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \sqrt{R'^2 + r^2}$$

پتانسیل ناشی از یک صفحه بی‌نهایت



$$V = \frac{W}{q} = -\frac{W}{q}$$

تفاضل پتانسیل

تفاضل

$$I \quad \frac{dW}{dq} = W = -qEdr$$

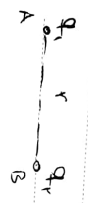
II

$$F \cdot ds = (qE) \cdot ds = qE \cos \theta \, ds$$

$$E \cos \theta = -\frac{dV}{ds} \quad \rightarrow \quad E_s = -\frac{dV}{ds}$$

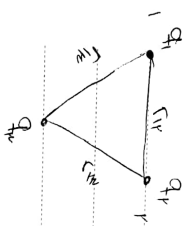
$$\begin{cases} E_x = -\frac{dV}{dx} \\ E_y = -\frac{dV}{dy} \\ E_z = -\frac{dV}{dz} \end{cases}$$

$$\vec{E} = -\left(\frac{dV}{dx} \hat{i} + \frac{dV}{dy} \hat{j} + \frac{dV}{dz} \hat{k} \right) = -\text{grad}(V) = -\nabla V$$



تفاضل پتانسیل

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} \quad \rightarrow \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r}$$



$$V_p = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_{1p}} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_{2p}}$$

$$V_{12} + V_{13} + V_{23} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \right)$$

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \dots + \frac{q_1 q_n}{r_{1n}} \right)$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \frac{1}{r_{nm}} \left(\frac{q_n q_m}{r_{nm}} \right) \quad , \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{m=1}^N q_m V_m$$

تفاضل پتانسیل

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \rho(r') \, dV' \quad \text{در یک حجم}$$

$$dq = \rho(r) \, dV$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int E \cdot d\vec{r}$$

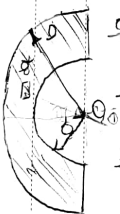
مثال: بار الکتریکی Q در یک کره به شعاع R توزیع شده است. برای این فرض کنید که بار به صورت یکنواخت در سطح کره پخش شده است.

$$r < R \quad 1) \quad E_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$r > R \quad 2) \quad E_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$\begin{aligned} \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} &= -\int \vec{E} \cdot d\vec{A} = -\int_0^R E_r \cdot 4\pi r^2 dr = -\int_0^R E_r \cdot 4\pi r^2 dr \\ &= -\int_0^R \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot 4\pi r^2 dr = -\frac{Q}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} \right)_0^R = -\frac{Q}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{0} \right) = \frac{Q}{\epsilon_0} \end{aligned}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = -\int \vec{E} \cdot d\vec{A} = -\int_0^R E_r \cdot 4\pi r^2 dr = -\int_0^R E_r \cdot 4\pi r^2 dr$$



شکل: یک کره به شعاع R و یک سطح گوسی به شعاع r در داخل آن.

$$dQ = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dA}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4\pi r^2 dr}{r^2} = \frac{dr}{\epsilon_0}$$

$$dE_r = dE \cos \theta = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dA}{r^2} \cdot \frac{1}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dA}{r^4}$$



$$Q = \epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

نظریه گسسته

نظریه پیوسته

نظریه گسسته - نظریه پیوسته

نظریه گسسته - نظریه پیوسته - نظریه گسسته

نظریه گسسته - نظریه پیوسته - نظریه گسسته

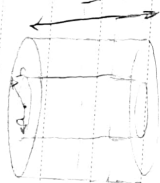
نظریه گسسته - نظریه پیوسته - نظریه گسسته

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}}{V} = \frac{\epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}}{V}$$

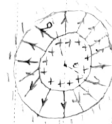


$$\vec{E} \cdot d\vec{A} = E \cdot dA \Rightarrow q = \epsilon_0 E A \quad , \quad V = - \int \vec{E} \cdot d\vec{s} = Ed$$

$$\Rightarrow C = \frac{q}{V} = \frac{\epsilon_0 E A}{Ed} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$



الاضافه السطحيه

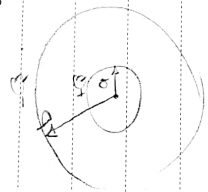


$$\rightarrow C = \frac{q}{V} = \frac{\epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}}{- \int \vec{E} \cdot d\vec{s}}$$

$$q = \epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \epsilon_0 E A = \epsilon_0 E (\pi r l)$$

$$E = \frac{q}{\pi \epsilon_0 r l} \quad , \quad dV = - \int \vec{E} \cdot d\vec{s} = \int \frac{q}{\pi \epsilon_0 r l} dr = \frac{q}{\pi \epsilon_0 l} (\ln(b) - \ln(a))$$

$$\rightarrow C = \frac{q}{V} = \frac{\epsilon_0 E (\pi r l)}{\frac{q}{\pi \epsilon_0 l} (\ln(b/a))} = \frac{\pi \epsilon_0 l}{\ln(b/a)}$$



الاضافه السطحيه

$$\epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = q \rightarrow \epsilon_0 E (4\pi r^2) = q \rightarrow E = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

$$V = - \int \vec{E} \cdot d\vec{s} = - \int \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q}{r^2} dr = \frac{q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) = \frac{q}{4\pi \epsilon_0} \frac{(b-a)}{ab}$$

$$\rightarrow C = \frac{q}{V} = \frac{4\pi \epsilon_0 (ab)}{b-a}$$



الاضافه السطحيه

$$C = \frac{4\pi \epsilon_0 ab}{b-a} \rightarrow \lim_{b \rightarrow \infty} \frac{4\pi \epsilon_0 ab}{b-a} = 4\pi \epsilon_0 a$$

الاضافه كبرك ربر

$$q_1 = C_1 V$$

$$q_2 = C_2 V$$

$$q_{eq} = C_{eq} V$$

$$q = q_1 + q_2 + q_3 = (C_1 + C_2 + C_3) V \quad \text{---} \quad C_{eq} = \frac{q}{V} = C_1 + C_2 + C_3$$

ضلك كبرك ربر

$$V = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3} = \frac{q}{C_{eq}} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

الاضافه كبرك ربر



$$-q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

الكبرك ربر

$$q = \frac{1}{V} \quad C = \frac{q}{V}$$

$$q \rightarrow q + dq \quad \text{and} \quad dV = \frac{q}{C} \quad \text{and} \quad dV = \frac{q}{C} \quad \text{and} \quad dV = \frac{q}{C}$$

$$V = \int \frac{q}{C} dq = \frac{q^2}{2C} = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} C V^2$$

الاضافه كبرك ربر

الاضافه كبرك ربر

$$U = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} C \left(\frac{q}{C} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} C V^2$$

الاضافه كبرك ربر

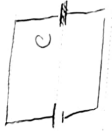


$$U = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} C \left(\frac{q}{C} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} C V^2$$

الاضافه كبرك ربر

$$U = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} C \left(\frac{q}{C} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} C V^2$$

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{Q}{\frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}} = \frac{Q d}{\epsilon_0 \epsilon_r A} \quad \text{مثال: } V = \frac{10^{-6} \times 10^{-2}}{8.85 \times 10^{-12} \times 10^{-4}} = 113.3 \text{ V}$$



الخصائص الفيزيائية للثابت

$$C' = KC$$

$$KE \cdot \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = Q_{enc}$$

$$D = KE \cdot E$$



$$C_T = C_1 + C_2$$

الخصائص الفيزيائية للثابت (Part 2)

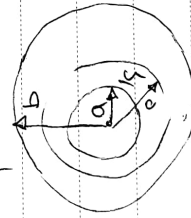
$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



مثال: فرضنا أن لدينا سعة $C = 10^{-6} \text{ F}$ ونريد أن نعرف ما هي المساحة A التي يجب أن تكون لها.

$$dC = KE \cdot E \cdot A \rightarrow \frac{1}{C} = \frac{dA}{KE \cdot E}$$

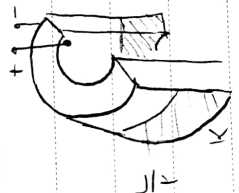
$$dC = KE \cdot \frac{dA}{d} \rightarrow C = \int KE \cdot \frac{dA}{d}$$



مثال:

$$C_1 = \frac{KE \cdot K_1}{\frac{1}{a} - \frac{1}{b}} \quad C_2 = \frac{KE \cdot K_2}{\frac{1}{c} - \frac{1}{d}}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



مثال: لدينا اثنان من السعات C_1 و C_2 ونريد أن نعرف ما هي المساحة A التي يجب أن تكون لها.


$$C = \frac{V_{\text{max}} L}{K_m (1 + \frac{A}{K_i})} \quad C = \frac{V_{\text{max}} L}{K_m (1 + \frac{A}{K_i})} \quad C = \frac{V_{\text{max}} L}{K_m (1 + \frac{A}{K_i})}$$

$$\Sigma_T = a_1 + c_1 = (K+1) \sqrt{2L}$$

$\frac{2}{1}$ $\frac{4}{1}$
 $\frac{6}{1}$ $\frac{8}{1}$
 $\frac{1}{1}$

الاصحاب والمصابين اللذين

المورد الذي يخصصه بائع للمشتري في وقت ما $\frac{1}{T}$ من إجمالي وقت البائع $I = \frac{q}{T}$ ويكون وقت المشتري $\frac{1}{T}$



$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$I_0 = I_1 + I_2$$

$\Delta H = \int_{T_0}^T C_p dT$

Die Sätze sind in der Reihenfolge 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839

$$\begin{array}{c} \uparrow 25 \\ \uparrow 10 \\ \parallel \\ \uparrow 10 \end{array} \quad \begin{array}{c} \uparrow 25 \\ \uparrow 10 \\ \parallel \\ \uparrow 10 \end{array}$$

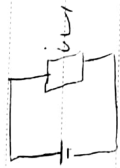
موسم الصيف → فصل الصيف
موسم الخريف → فصل الخريف
موسم الشتاء → فصل الشتاء
موسم الربيع → فصل الربيع

$R = \frac{Q}{H}$

[illegible]

$$\sigma = \frac{1}{\omega^2 \epsilon_0} \frac{\partial \epsilon}{\partial \omega} \quad \text{mit } \epsilon = \epsilon_0 \quad \text{mit } \epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{\int \vec{E} \cdot d\vec{l}}{\int \vec{J} \cdot d\vec{A}}$$



$$d\vec{l} = i d\vec{t}$$

$$d\vec{A} = d\vec{A} \cdot \vec{n}$$

$$d\vec{A} \cdot \vec{n} = d\vec{A} \cdot i d\vec{t}$$

$$d\vec{A} \cdot \vec{n} = \frac{d\vec{A}}{dt} \cdot i d\vec{t}$$

$$d\vec{A} \cdot \vec{n} = \frac{d\vec{A}}{dt} \cdot i d\vec{t} = R \frac{d\vec{A}}{dt} \cdot i d\vec{t} = V I$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{V I}{I^2} = \frac{V I}{A^2}$$



التيار الكهربائي

التيار الكهربائي هو تدفق الشحنات الكهربائية

التيار الكهربائي

التيار الكهربائي هو تدفق الشحنات الكهربائية

اصل مدار
 $\frac{dq}{dt} = \frac{V}{R}$

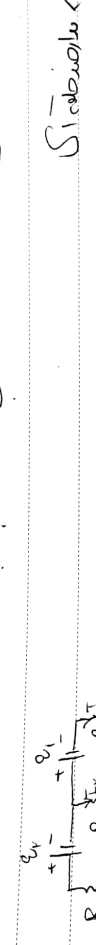
برای حل مدار معادله دیفرانسیل درجه یک داریم: $\frac{dq}{dt} + \frac{q}{RC} = \frac{V}{R}$

این معادله همگن است. جواب آن به صورت $q_h(t) = A e^{-t/RC}$ می‌باشد.

برای پیدا کردن جواب خاص، فرض می‌کنیم $q_p(t) = B$ (ثابت). با جایگزینی در معادله داریم:

$0 + \frac{B}{RC} = \frac{V}{R} \Rightarrow B = CV$

پس جواب کلی معادله به صورت $q(t) = CV(1 - e^{-t/RC})$ می‌باشد.



معادله KVL: $V - IR - \frac{1}{C} \int I dt = 0$

$$V - R I - \frac{1}{C} \int I dt = 0$$

$$V - R I - \frac{1}{C} \int I dt = 0$$

معادله RC

$$q_c(t=0^+) = 0, \quad q_c(t=0^-) = \frac{V}{R} \cdot RC$$

$$KVL: V - RI - \frac{1}{C} \frac{dq}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{dq}{dt} + \frac{q}{RC} = \frac{V}{R}$$

$$q(t) = q_{max} (1 - e^{-t/RC})$$

