

חשמל ומגנטיות: דף נוסחאות תשס"ד

משפטי אינטגרציה:

משפט הדיורגנס  $\int_S \underline{F} \cdot d\underline{S} = \int_V (\nabla \cdot \underline{F}) dv$

משפט סטוקס  $\oint_C \underline{F} \cdot d\underline{l} = \int_S (\nabla \times \underline{F}) \cdot d\underline{S}$

	<u>ניסוח דיפרנציאלי</u>	<u>ניסוח אינטגרלי</u>	<u>חוקי יסוד:</u>
	$\nabla \cdot \underline{E} = 4\pi\rho$	$\int_S \underline{E} \cdot d\underline{S} = 4\pi Q$	חוק גאוס
(עבור $\underline{E}$ חסר תלות בזמן)	$\nabla \times \underline{B} = \frac{4\pi}{c} \underline{J}$	$\oint_C \underline{B} \cdot d\underline{l} = \frac{4\pi}{c} I$	חוק אמפר
	$\nabla \times \underline{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \underline{B}}{\partial t}$	$\varepsilon = -\frac{1}{c} \frac{d\Phi}{dt}$	חוק פראדיי

כוח מגנטי:

כח לורנץ לחלקיק טעון  $\underline{F} = \frac{q}{c} \underline{v} \times \underline{B}$  הכוח על אלמנט תיל נושא זרם  $d\underline{F} = \frac{I}{c} d\underline{l} \times \underline{B}$

חוק ביו-סבר:

השדה המגנטי מבוטא דרך צפיפות הזרם  $\underline{B}(\underline{r}) = \frac{1}{c} \int_V \underline{J}(\underline{r}') \times \frac{(\underline{r} - \underline{r}')}{|\underline{r} - \underline{r}'|^3} dv'$

תרומת אלמנט תיל נושא זרם לשדה המגנטי  $d\underline{B} = \frac{I}{cr^3} d\underline{l} \times \underline{r}$

תרומת כלל לולאת הזרם לשדה המגנטי  $\underline{B}(\underline{r}) = \frac{I}{c} \oint d\underline{l}' \times \frac{(\underline{r} - \underline{r}')}{|\underline{r} - \underline{r}'|^3}$

השדה המגנטי של תיל ישר אינסופי נושא זרם I:  $\underline{B}(\underline{r}) = \frac{2I}{cr} \hat{\phi}$ , כאשר  $\hat{\phi}$  הוא וקטור היחידה

בכיוון האזימוטלי הנקבע עפ"י כלל היד הימנית, ו- $r$  הוא המרחק מהתיל.

<u>קואורדינטות גליליות</u>	<u>קואורדינטות כדוריות</u>	<u>אופרטור</u>
$\nabla\phi = \frac{\partial\phi}{\partial\rho} \hat{\rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial\phi}{\partial\varphi} \hat{\phi} + \frac{\partial\phi}{\partial z} \hat{z}$	$\nabla\phi = \frac{\partial\phi}{\partial r} \hat{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial\phi}{\partial\theta} \hat{\theta} + \frac{1}{r \sin\theta} \frac{\partial\phi}{\partial\varphi} \hat{\phi}$	גרדיינט
$\frac{1}{\rho} \frac{\partial(F_\rho \rho)}{\partial\rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial F_\varphi}{\partial\varphi} + \frac{\partial F_z}{\partial z}$	$\frac{1}{r^2} \frac{\partial(r^2 F_r)}{\partial r} + \frac{1}{r \sin\theta} \left[ \frac{\partial(\sin\theta F_\theta)}{\partial\theta} + \frac{\partial F_\varphi}{\partial\varphi} \right]$	דיורגנס

לפליסיאן בקואורדינטות כדוריות:  $\nabla^2 \phi = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial \phi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial \phi}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \varphi^2}$

לפליסיאן בקואורדינטות גליליות:  $\nabla^2 \phi = \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} \left( \rho \frac{\partial \phi}{\partial \rho} \right) + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2}$

אינטגרלים:

$$\int \frac{dx}{x} = \ln|x|$$

$$\int x^n dx = \frac{1}{n+1} x^{n+1} \quad (n \neq -1)$$

$$\int x e^{-ax} dx = -\frac{1}{a^2} e^{-ax} - \frac{x}{a} e^{-ax}$$

$$\int e^{-ax} dx = -\frac{1}{a} e^{-ax}$$

$$\int \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} dx = \sqrt{a^2 + x^2}$$

$$\int \frac{dx}{(a^2 + x^2)^{3/2}} = \frac{1}{a^2} \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$$

מספרים מרוכבים:

עבור  $a, b$  ממשיים,  $e^{a+ib} = e^a [\cos(b) + i \sin(b)]$

כאשר  $\varphi = \begin{cases} \arctan\left(\frac{b}{a}\right) & a > 0 \\ \arctan\left(\frac{b}{a}\right) + \pi & a < 0 \end{cases}$ ,  $\frac{1}{a+ib} = \frac{1}{\sqrt{a^2+b^2}} e^{-i\varphi}$   $a+ib = \sqrt{a^2+b^2} e^{i\varphi}$

המרת יחידות:

גודל פיסיקלי	יחידות ב-MKS	הגודל השקול ב-Gaussian cgs
מטען	Coulomb	$3 \times 10^9$ esu
פוטנציאל חשמלי	Volt	(1/300) statvolt
שדה חשמלי	Volt/meter	(1/30000) statvolt/cm
זרם חשמלי	Amper	$3 \times 10^9$ esu/sec
שדה מגנטי	Tesla	$10^4$ gauss
שטף מגנטי	Weber	$10^8$ gauss-cm
התנגדות חשמלית	Ohm	$1.139 \times 10^{-12}$ sec/cm