<u>בס"ד דף טרור חשמל:</u>

כוח קולון: $F=\frac{kq_1q_2}{|r|^2}$

פרמיטיביות חשמלית בוואקום: $k=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

שדה חשמלי: $E=\frac{kq}{|r|^2}$ $F=Eq'$

$$dE=\frac{kdq}{r^2}\hat{r}$$

גאוס: $\oiint E\cdot dA=\frac{Q_{in}}{\epsilon_0}$

שטף אלקטרי:

$$\phi e=E\cdot A$$

פוטנציאל: $\varphi=-\oint E\cdot dl$

שדה משמר: $\nabla\times E=0$

עבודה: $W=q\Delta\varphi$

אנרגיה העצורה במערכת: $U=\frac{\epsilon 0}{2}\oiiint E^2dV$

$$E=-\nabla(\varphi)$$

חוק גאוס: $\nabla\cdot E=\frac{\rho}{\epsilon_0}$

פואסון: $\nabla^2\varphi=-\frac{\rho}{\epsilon_0}$

מטעני דמה תנאי ספ:

1) $\lim_{z\to\infty}\varphi=0$

2) $\varphi_{(z=0)}=0$

מוליכים: 1) $E_{(in)}=0$

2) $\varphi_{(in)}=const$

3) $\rho_{(in)}=0$

4) שדה חשמלי על פני מוליך: $E=\frac{\sigma}{\epsilon_0}\hat{n}$

הארקה לאינסוף:

$$\Delta\varphi_{(\infty-r)}=0$$

גאוס בתוך מוליך: $0=\frac{Qa}{\epsilon_0}$

קיבול: $C=\frac{Q}{|\Delta\varphi|}$ תמיד קבוע.

חיבור קבלים: במקביל:

$$C=\sum c_{[i]}$$

בטור: $\frac{1}{C}=\sum\frac{1}{c_{[i]}}$

בקבל: $\Delta\varphi=\Delta\varphi_i$

$$Q=\sum Q_{[i]}$$

האנרגיה העצורה בקבל: $U=\frac{Q^2}{2C}$

חומר דיאלקטרי: $E=\frac{E_0}{\epsilon_r}$

$$\varphi=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{k_0}{r}+\frac{k_1}{r^2}+\cdots\right]$$

$$k_0=\int\rho dV$$

$$k_1=\vec{p}\cdot\hat{r}$$

rבמקרה זה הוא וקטור ראשית הצירים לנקודת המדידה.

מומנט דיפול: $p=\sum_i q_{(i)}r_i$

כעת r הוא וקטור בין ראשית הצירים למטען.

טורק של דיפול בשדה חשמלי קבוע E: $|\tau|=p\times E$

וקטור פולריזציהP: מומנט דיפול ליחידת נפח.

$$P=\epsilon_0\chi E$$

צפיפות מטען על המשטח הדיאלקטרי: $\sigma[b]=\vec{P}\cdot\hat{n}$

צפיפות מטען נפחית בתוך החומר: $\rho[b]=-\nabla\cdot P$

וקטור ההעתק: $D=\epsilon_{[0]}E+P$

חוק גאוס: $\nabla\cdot D=\rho_{[free]}$

גאוס: $\oiint D\cdot dA=Q_{[free]}$

חומר לינארי: $D=\epsilon_{[0]}\epsilon_{[r]}E$

$$P=\epsilon[0](\epsilon[r]-1)E$$

זרם: $I=ne<v>A$

צפיפות הזרם: $J=ne<v>$

חוק דרודה: $\sigma=\frac{ne^2\tau}{m}$

ρ התנגדות סגולית. $\sigma=\frac{1}{\rho}$

$$J=\sigma E$$

$$I=\oiint J\cdot dA$$

התנגדות: $R=\frac{\rho L}{A}$

$$dR=\frac{\rho dl}{A}$$

נגד: $R=\frac{\varphi}{I}$

חיבור נגדים: בטור:

$$R=\sum R_{[i]}$$

במקביל: $\frac{1}{R}=\sum\frac{1}{R_{[i]}}$

בנגד: $\Delta\varphi=\Delta\varphi_{[i]}$

$$I=\sum I_{[i]}$$

חוק הרציפות: $\oiint J\cdot dA=-\frac{dq}{dt}$

$$div(J)=-\frac{d\rho}{dt}$$

כוח לורנץ: $F=qV\times B$

$$U=\frac{\oiiint B^2dV}{2\mu_0}$$

תיל בשדה מגנטי שזורם בו זרם: $F=Il\times B$

l אורך התיל בכיוון הזרם.

חוק ביו סבר: r וק' בין אלמנט האורך לנקודת המדידה:

$$dB=\mu_0 Idl\times\frac{\vec{r}}{4\pi r^2}$$

חוק אמפר: מעשיה וטיול:

$$Bl=\mu_{[0]}I[enc]$$

פיזיקאים:

$$\oint B\cdot dl=\mu_{[0]}I_{[enc]}$$

חוקי יד ימין: תייל: אגודל: זרם.

אצבעות: שדה מגנטי.

לולאה: א: שדה מגנ' אצ': זרם.

כא"מ מושרה: $\epsilon=-\frac{d(B\cdot A)}{dt}$

הספק: $P=I^2R$

$$P=\varphi I$$

חוק לנץ הוא רובין הוד.

משרן: $L=\frac{\Phi[b]}{I}$

$$U=\frac{LI^2}{2}$$

במשרן סלילי: N מספר כריכות.

$$L=\frac{\mu_{[0]}N^2A}{l}$$

חוקי מקסוול:

1) חוק גאוס

2) $\oiint B\cdot dA=0$

3) $\oint E\cdot dl=-\frac{d\phi_{[b]}}{dt}$

4) $\oint B\cdot dl=\mu_{[0]}I+\frac{\mu_{[0]}\epsilon_{[0]}d\phi_{[e]}}{dt}$

מעגל RC: טעינה:

$$Q(t)=\Delta\varphi C(1-e^{-\frac{t}{RC}})$$

פריקה: $Q=Q_{[0]}e^{-\frac{t}{RC}}$

מעגל RL: טעינה:

$$I(t)=\frac{\Delta\varphi}{R}(1-e^{-\frac{Rt}{L}})$$

פריקה: $I=I[0]e^{-\frac{Rt}{L}}$

מעגל RLC: במצב רזוננס:

$$I=I_{[0]}\sin(\omega t-\alpha)$$

$$I_{[0]}=\frac{\varphi_{[0]}}{sqrt\left(R^2+\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)^2\right)}$$

$$\tan(\alpha)=\frac{\omega L-\frac{1}{\omega C}}{R}$$

ובמצב של $\omega^2=\frac{1}{LC}$:

אזי : $\alpha=0$

$$I_{[0]}=\frac{V_{[0]}}{R}$$

ממוצע: $<(X)>=\frac{1}{T}\int_0^T Xdt$

$$nqA=\int\rho dA$$

Table with the del operator in cartesian, cylindrical and spherical coordinates

Operation	Cartesian coordinates (x, y, z)	Cylindrical coordinates (ρ, φ, z)	Spherical coordinates (r, θ, φ), where θ is the polar angle and φ is azimuthal
A vector field $\mathbf{A}$	$A_x\hat{\mathbf{x}} + A_y\hat{\mathbf{y}} + A_z\hat{\mathbf{z}}$	$A_\rho\hat{\boldsymbol{\rho}} + A_\varphi\hat{\boldsymbol{\varphi}} + A_z\hat{\mathbf{z}}$	$A_r\hat{\mathbf{r}} + A_\theta\hat{\boldsymbol{\theta}} + A_\varphi\hat{\boldsymbol{\varphi}}$
Gradient ∇f	$\frac{\partial f}{\partial x}\hat{\mathbf{x}} + \frac{\partial f}{\partial y}\hat{\mathbf{y}} + \frac{\partial f}{\partial z}\hat{\mathbf{z}}$	$\frac{\partial f}{\partial \rho}\hat{\boldsymbol{\rho}} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial f}{\partial \varphi}\hat{\boldsymbol{\varphi}} + \frac{\partial f}{\partial z}\hat{\mathbf{z}}$	$\frac{\partial f}{\partial r}\hat{\mathbf{r}} + \frac{1}{r}\frac{\partial f}{\partial \theta}\hat{\boldsymbol{\theta}} + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial f}{\partial \varphi}\hat{\boldsymbol{\varphi}}$
Divergence $\nabla\cdot\mathbf{A}$	$\frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$	$\frac{1}{\rho}\frac{\partial(\rho A_\rho)}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial A_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$	$\frac{1}{r^2}\frac{\partial(r^2 A_r)}{\partial r} + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}(A_\theta\sin\theta) + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial A_\varphi}{\partial \varphi}$
Curl $\nabla\times\mathbf{A}$	$\left(\frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z}\right)\hat{\mathbf{x}} + \left(\frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x}\right)\hat{\mathbf{y}} + \left(\frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y}\right)\hat{\mathbf{z}}$	$\left(\frac{1}{\rho}\frac{\partial A_z}{\partial \varphi} - \frac{\partial A_\varphi}{\partial z}\right)\hat{\boldsymbol{\rho}} + \left(\frac{\partial A_\rho}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial \rho}\right)\hat{\boldsymbol{\varphi}} + \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial(\rho A_\varphi)}{\partial \rho} - \frac{\partial A_\rho}{\partial \varphi}\right)\hat{\mathbf{z}}$	$\frac{1}{r\sin\theta}\left(\frac{\partial}{\partial\theta}(A_\varphi\sin\theta) - \frac{\partial A_\theta}{\partial\varphi}\right)\hat{\mathbf{r}} + \frac{1}{r}\left(\frac{1}{\sin\theta}\frac{\partial A_r}{\partial\varphi} - \frac{\partial}{\partial r}(rA_\varphi)\right)\hat{\boldsymbol{\theta}} + \frac{1}{r}\left(\frac{\partial}{\partial r}(rA_\theta) - \frac{\partial A_r}{\partial\theta}\right)\hat{\boldsymbol{\varphi}}$
Differential displacement $d\boldsymbol{\ell}$	$dx\,\hat{\mathbf{x}} + dy\,\hat{\mathbf{y}} + dz\,\hat{\mathbf{z}}$	$d\rho\,\hat{\boldsymbol{\rho}} + \rho\,d\varphi\,\hat{\boldsymbol{\varphi}} + dz\,\hat{\mathbf{z}}$	$dr\,\hat{\mathbf{r}} + r\,d\theta\,\hat{\boldsymbol{\theta}} + r\sin\theta\,d\varphi\,\hat{\boldsymbol{\varphi}}$
Differential normal area $d\mathbf{S}$	$dy\,dz\,\hat{\mathbf{x}} + dx\,dz\,\hat{\mathbf{y}} + dx\,dy\,\hat{\mathbf{z}}$	$\rho\,d\varphi\,dz\,\hat{\boldsymbol{\rho}} + d\rho\,dz\,\hat{\boldsymbol{\varphi}} + \rho\,d\rho\,d\varphi\,\hat{\mathbf{z}}$	$r^2\sin\theta\,d\theta\,d\varphi\,\hat{\mathbf{r}} + r\sin\theta\,dr\,d\varphi\,\hat{\boldsymbol{\theta}} + r\,dr\,d\theta\,\hat{\boldsymbol{\varphi}}$
Differential volume dV	$dx\,dy\,dz$	$\rho\,d\rho\,d\varphi\,dz$	$r^2\sin\theta\,dr\,d\theta\,d\varphi$