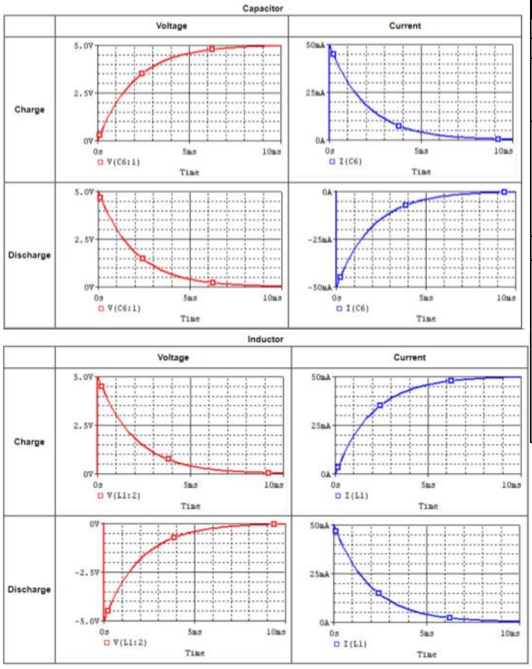

סוגי מעגלים

שם	RC טעינה	RC פריקה	RL חיבור	RL ניתוק
קירכהוף	$V=I(t)R+\frac{Q(t)}{C}$	$0=I(t)R+\frac{Q(t)}{C}$	$V=I(t)R+L\frac{\partial I}{\partial t}$	$0=I(t)R+L\frac{\partial I}{\partial t}$
משוואות	$V_C(t)=V_0\left[1-e^{-\frac{t}{\tau}}\right]$ $I_C(t)=I_0e^{-\frac{t}{\tau}}$ $Q_C(t)=Q_0\left[1-e^{-\frac{t}{\tau}}\right]$	$V_C(t)=V_0e^{-\frac{t}{\tau}}$ $I_C(t)=-I_0e^{-\frac{t}{\tau}}$ $Q_C(t)=Q_0e^{-\frac{t}{\tau}}$	$I_L(t)=I_0\left[1-e^{-\frac{t}{\tau}}\right]$	$I_L(t)=I_0e^{-\frac{t}{\tau}}$
קבוע זמן (τ)	RC		L/R	
מצבים במעגל	$t=0\Rightarrow$ הקבל מהווה קצר: $V_C=0$ $I_C=I_0$ $Q_C=0$ $t\to\infty\Rightarrow$ הקבל מהווה נתק: $V_C=V_0$ $I_C=0$ $Q_C=V_0C$	$t=0\Rightarrow$ הקבל מהווה נתק: $V_C=V_0$ $I_C=-I_0$ $Q_C=V_0C$ $t\to\infty\Rightarrow$ הקבל מהווה קצר: $V_C=0$ $I_C=0$ $Q_C=0$	$t=0\Rightarrow$ הסליל מהווה נתק: $I_{circuit}=0$ $V_L=V$ $V_R=0$ $t\to\infty\Rightarrow$ הסליל מהווה קצר: $I_{circuit}=V/R$ $V_L=0$ $V_R=IR$	$t=0\Rightarrow$ הסליל מהווה נתק: $I_{circuit}=I_{prev}$ $V_L=V$ $V_R=RI_{prev}$ $t\to\infty\Rightarrow$ הסליל מהווה נתק: $I_{circuit}=0$ $V_L=0$ $V_R=0$

מקסוול

שדה	חוק	אינטגרלי	דיפרנציאלי
חשמלי	גאוס	$\oiint\vec E\cdot d\vec a=\frac{Q_{in}}{\epsilon_0}$	$\vec\nabla\cdot\vec E=\frac{\rho}{\epsilon_0}$
	שדה חשמלי משמר כאשר השדה במגנטי קבוע בזמן	$\oint\vec E\cdot d\vec\ell=-\frac{\partial}{\partial t}\phi_B$	$\vec\nabla\times\vec E=-\frac{\partial}{\partial t}\vec B$
מגנטי	שטף של שדה מגנטי הוא אפס	$\oiint\vec B\cdot d\vec a=0$	$\vec\nabla\cdot\vec B=0$
	אמפר	$\oint\vec B\cdot d\vec\ell=\mu_0\left(I_{in}+\varepsilon_0\frac{\partial}{\partial t}\phi_E\right)$	$\vec\nabla\times\vec B=\mu_0\left(\vec J+\varepsilon_0\frac{\partial}{\partial t}\vec E\right)$

מוליכים

מוליכים
$\varphi_{overall}=Consant$
$\Delta\varphi=V=W=0$
$\vec E_{in}=0$
$\vec E_{surface}=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat n$
$\rho_{in}=0$

גדלים

p	n	μ	m	c	k	M	G	T
10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-3}	10^{3}	10^{6}	10^{9}	10^{12}

שדות

שדה	חשמלי	מגנטי
טורק	$\vec p\times\vec E$	$\vec\mu\times\vec B$
דיפול	$\vec p=q\cdot\vec d$	$\vec\mu=I\cdot\vec A$

קבלים

גוף	קיבול
לוחות	$\frac{\varepsilon_0A}{d}$
כדורי	$4\pi\varepsilon_0R$
לוחות כדוריים	$\frac{4\pi\varepsilon_0R_BR_A}{R_B-R_A}$

גיאומטריה

גוף	שטח פנים (מעטפת)	נפח
כדור	$4\pi R^2$	$\frac{4}{3}\pi R^3$
גליל	$2\pi R^2+2\pi Rl$	πR^2l
תיבה	$2(xy+xz+zy)$	xyz
עיגול	היקף: $2\pi R$	שטח: πR^2
חרוט	$\pi R^2+\pi R\sqrt{R^2+l^2}$	$\frac{\pi}{3}R^2l$

טור ומקביל

	מתח	זרם	התנגדות	קבלים	מטען
טור	$V=\sum_i V_i$	$I=I_i$	$R=\sum_i R_i$	$\frac{1}{C}=\sum_i\frac{1}{C_i}$	$Q=Q_i$
מקביל	$V=V_i$	$I=\sum_i I_i$	$\frac{1}{R}=\sum_i\frac{1}{R_i}$	$C=\sum_i C_i$	$Q=\sum_i Q_i$

יחידות מידה

wb	ε_0	V	A	Ω	J	N	$Watt$	T	H	μ_0	F
$\frac{kg\cdot m^3}{s^2\cdot c}$	$\frac{s^2\cdot c^2}{kg\cdot m^2}$	$\frac{kg\cdot m^2}{c\cdot s^2}$	$\frac{c}{s}$	$\frac{kg\cdot m^2}{c^2\cdot s}$	$\frac{kg\cdot m^2}{s^2}$	$\frac{kg\cdot m}{s^2}$	$\frac{kg\cdot m^2}{s^3}$	$\frac{kg}{s\cdot c}$	$\frac{kg\cdot m^2}{c^2}$	$\frac{kg\cdot m}{c^2}$	$\frac{s^2\cdot c^2}{Kg\cdot m^2}$

∇

קורדינטות	קרטזית (x,y,z)	גלילית (r,θ,z)	כדורית (r,θ,φ)
גרדיאנט $\vec\nabla\cdot\alpha$ סקלר $\Rightarrow$ וקטור	$\frac{\partial\alpha}{\partial x}\hat x+\frac{\partial\alpha}{\partial y}\hat y+\frac{\partial\alpha}{\partial z}\hat z$	$\frac{\partial\alpha}{\partial r}\hat r+\frac{1}{r}\frac{\partial\alpha}{\partial\theta}\hat\theta+\frac{\partial\alpha}{\partial z}\hat z$	$\frac{\partial\alpha}{\partial r}\hat r+\frac{1}{r}\frac{\partial\alpha}{\partial\theta}\hat\theta+\frac{1}{r\sin(\theta)}\frac{\partial\alpha}{\partial\phi}\hat\phi$
דיברגנט $\vec\nabla\cdot\vec F$ וקטור $\Rightarrow$ סקלר	$\frac{\partial F_x}{\partial x}+\frac{\partial F_y}{\partial y}+\frac{\partial F_z}{\partial z}$	$\frac{1}{r}\frac{\partial(rF_r)}{\partial r}+\frac{1}{r}\frac{\partial F_\theta}{\partial\theta}+\frac{\partial F_z}{\partial z}$	$\frac{1}{r^2}\frac{\partial(r^2F_r)}{\partial r}\hat r+\frac{1}{r\sin(\theta)}\frac{\partial(\sin(\theta)F_\theta)}{\partial\theta}\hat\theta+\frac{1}{r\sin(\theta)}\frac{\partial F_\phi}{\partial\phi}\hat\phi$
רוטור $\vec\nabla\times\vec F$ וקטור $\Rightarrow$ וקטור (סיבובי)	$\begin{vmatrix}\hat x&\hat y&\hat z\\\frac{\partial}{\partial x}&\frac{\partial}{\partial y}&\frac{\partial}{\partial z}\\F_x&F_y&F_z\end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix}\frac{\hat r}{r}&\hat\theta&\hat z\\\frac{\partial}{\partial r}&\frac{\partial}{\partial\theta}&\frac{\partial}{\partial z}\\F_r&rF_\theta&F_z\end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix}\frac{\hat r}{r^2\sin(\theta)}&\frac{\hat\theta}{r\sin(\theta)}&\frac{\hat\phi}{r}\\\frac{\partial}{\partial r}&\frac{\partial}{\partial\theta}&\frac{\partial}{\partial\phi}\\F_r&rF_\theta&r\sin(\theta)F_\phi\end{vmatrix}$
אלמנט אורך dL	$dx\hat x+dy\hat y+dz\hat z$	$dr_{[0,\infty]}\hat r+rd\theta_{[0,2\pi]}\hat\theta+dz_{[-\infty,\infty]}\hat z$	$r\sin(\theta)\,d\phi_{[0,2\pi]}\hat\phi+rd\theta_{[0,\pi]}\hat\theta+dr_{[0,\infty]}\hat r$
אלמנט שטח dS	$dxdy\,\hat z+dydz\,\hat x+dzdx\,\hat y$	$rdrd\theta\,\hat z+rd\theta dz\,\hat r+dzdr\hat\theta$	$r^2\sin(\theta)\,d\phi d\theta\hat r+r\sin(\theta)\,d\phi dr\hat\theta+rd\theta dr\hat\phi$
אלמנט נפח dV	$dx\,dy\,dz$	$rdzd\theta dr$	$r^2\sin(\theta)\,d\phi\,d\theta dr$
המרה לקרטזית	-	$\hat r=\cos(\theta)\hat x+\sin(\theta)\hat y+\hat z$	$\hat r=\sin(\theta)\cos(\phi)\hat x+\sin(\theta)\sin(\phi)\hat y+cos(\theta)\hat z$

חישובים

שדה חשמלי

גוף	סופי	אינסופי
תיל	$k\int_{X_1}^{X_2}\frac{\lambda\cdot\vec r}{r^3}dx$	λ משתנה: $\frac{1}{2\pi rl\epsilon_0}\int\lambda dr\,\hat r$ λ קבוע: $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0r}\hat r$
טבעת	בנקודה $(0,0,z)$: $\frac{2\pi k\lambda Rz}{(R^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}\hat z$	כללי: $k\int_0^{2\pi}\frac{\lambda\cdot\vec r}{r^3}Rd\theta$
לוח	$k\int_{Y_1}^{Y_2}\int_{X_1}^{X_2}\frac{\sigma\cdot\vec r}{r^3}dx\,dy$	σ משתנה: $\frac{1}{2A\epsilon_0}\int\sigma da\,\hat z$ σ קבוע: $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\begin{cases}(\hat z),0<z\\(-\hat z),z<0\end{cases}$
דיסקה	$k\int_0^{2\pi}\int_{R_1}^{R_2}\frac{\sigma\cdot\vec r}{r^3}RdRd\theta$	
קוביה	$k\int_{Z_1}^{Z_2}\int_{Y_1}^{Y_2}\int_{X_1}^{X_2}\frac{\rho\cdot\vec r}{r^3}dx\,dy\,dz$	
גליל	$k\int_0^z\int_0^{2\pi}\int_{R_1}^{R_2}\frac{\rho\cdot\vec r}{r^3}RdRd\theta dz$	חלול: בפנים: 0; בחוץ: $\frac{\sigma R}{\epsilon_0r}\hat r$, $\frac{1}{2\pi rl\epsilon_0}\int\sigma da\hat r$ מלא: $\frac{\rho r}{2\epsilon_0}\hat r$, $\frac{\rho R^2}{2r\epsilon_0}\hat r$, $\frac{1}{2\pi rl\epsilon_0}\int\rho dV\,\hat r$

כדור		בחוץ	מלא: ρ משתנה	מלא: ρ קבוע
	בפנים	0	$\frac{1}{4\pi r^2\epsilon_0}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{r}\rho r^2\sin(\theta)\,drd\theta d\phi\,\hat r$	$\frac{\rho\cdot r}{3\epsilon_0}\hat r$
	בחוץ	$\frac{1}{4\pi r^2\epsilon_0}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\sigma R^2\sin(\theta)\,d\phi\,d\theta\,\hat r$	$\frac{1}{4\pi r^2\epsilon_0}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{R}\rho r^2\sin(\theta)\,drd\theta d\phi\hat r$	$\frac{\rho\cdot R^3}{3\epsilon_0\cdot r^2}\hat r$

שדה מגנטי

גוף	סופי	אינסופי
תיל	$-\frac{\mu_0I}{4\pi y_0}\left[\frac{x_0-L/2}{\sqrt{\left(x_0-\frac{L}{2}\right)^2+y_0^2}}-\frac{x_0+L/2}{\sqrt{\left(x_0+\frac{L}{2}\right)^2+y_0^2}}\right]\hat z$	$\frac{\mu_0I}{2\pi r}\hat z$
טבעת	$\frac{\mu_0Ir^2}{2(r^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}\hat z$	
לוח	אינסופי במהירות v:	$\frac{\mu_0\sigma v}{2}=\begin{cases}(-\hat y),0<z\\(\hat y),z<0\end{cases}$
סליל	$\mu_0I\frac{N}{\ell}\hat x=\mu_0nI\hat x$	
גליל	$\begin{cases}\frac{\mu_0Jr}{2}\hat\theta\ ,\ r<R\\\frac{\mu_0JR^2}{2r}\hat\theta\ ,\ R<r\end{cases}$	
טורואיד	$\begin{cases}\frac{\mu_0In}{2\pi r}\hat\theta\ ,\ R_1<r<R_2\\0\ ,\ R_2<r\ or\ r<R_1\end{cases}$	

נכתב ע"י נועם שמלה

משפטים

וקטורים: $\vec r = |r|\cdot\hat r$

סימון: $(a,b,c) = a\hat x + b\hat y + c\hat z$.

- **מכפלה וקטורית:** $\vec A\times\vec B = \begin{vmatrix}\hat x & \hat y & \hat z\\ A_x & A_y & A_z\\ B_x & B_y & B_z\end{vmatrix} = |A|\cdot|B|\cdot\sin(\theta)\,\hat C_{[\text{מאונך לשניהם}]}$.
- **מכפלה סקלרית:** $\vec A\cdot\vec B = (A_x\cdot B_x + A_y\cdot B_y + A_z\cdot B_z) = |A|\cdot|B|\cdot\cos(\theta)$.

וקטור שטח: $d\vec a$ (עבור שטח A).

וקטור מסלול: $d\vec s$ (עבור דרך S).

וקטור טבעת סגורה: $d\vec\ell$ (עבור טבעת באורך ℓ).

טורק: $\vec\tau = \vec r\times\vec F$

כוח – אנרגיה || כוח – תנע: $\vec F = U_x$ || $\vec F = P_t$.

מערכת סגורה: מערכת שבה לא נוסף ולא נגרע ממנה חומר. מערכת שבה לא פועלים כוחות חיצוניים.

שווי משקל יציב של מערכת: מינימום מקומי של האנרגיה – תנועה קלה של הגוף תייצר תנודה קטנה סביב השו"ש והמערכת תחזור לקדמותה.

שיווי משקל לא יציב של מערכת: מקסימום מקומי של האנרגיה – תנועה

חוק שימור המטען\תנע\אנרגיה: קבועים במערכת אם ורק אם היא סגורה.

שדה משמר: כאשר האינטגרל המסלול הסגור של השדה שווה ל-0. ($\oint \overrightarrow{field}\cdot d\vec s = 0$).

משפט: $\oint\overrightarrow{field}\cdot d\vec s = 0 \Leftrightarrow \vec\nabla\times\overrightarrow{field} = 0$.

- שדה חשמלי שנוצר ממטענים $(\vec E) \Leftarrow$ שדה משמר.
- שדה חשמלי שנוצר משינוי בזמן של שדה מגנטי $\not\Leftarrow$ שדה משמר.
- שדה מגנטי $(\vec B) \not\Leftarrow$ שדה משמר (אבל השדה המגנטי לא עושה עבודה).

שטף: כמות השדה שעוברת דרך משטח מסוים.

- כאשר קיים גוף רציף שחופף כולו\חלקו בתוך המעטפת, רק החלק שנמצא בתוכה ישפיע על השטף.
- לחישוב שדה חשמלי, נשתמש בחוק גאוס כאשר מדובר על גופים אינסופיים או סימטריים (לדוג' כדור וקליפה כדורית).
- בדיפול חשמלי, ובשדה מגנטי נקבל כי השטף 0.

משפט: כאשר אין שדה בנקודה מסוימת הדיברגנץ הינו 0 : $\vec\nabla\cdot\vec E = 0$. כלומר, קיום שדה $\Leftarrow$ קיום מטען. ההפך לא בהכרח נכון.

דיפול: ש"ש יציב של דיפול בשדה קבוע מתקיים כאשר השדה והדיפול מקבילים ומכוונים לאותו הכיוון. כאשר אלו מקבילים אך בכיוונים מנוגדים- הש"ש לא יציב.

משטח שווה פוטנציאל: תמיד מאונך לשדה החשמלי. המתח (הפרש פוטנציאלים) במשטח והעבודה הנדרשת כדי להזיז מטען במשטח זה שווים ל-0.

תווך דיאלקטרי: (ϵ_r) תווך גדול $\Leftarrow U_e\ ,\ C$ גדולים $\Leftarrow E\ ,\ \varphi\ ,\ \phi$ קטנים. (אלא אם נתון אחרת).

- כאשר קיים תווך דיאלקטרי- בכל מקום שכתוב בנוסחה ϵ_0 נכתוב $\epsilon_0\cdot\epsilon_r$.

מפזרים בחומר: מונעים מהמטען לנוע באופן קבוע ואחיד - $\vec l_{[\text{מהלך חופשי}]} = \vec v\cdot\tau$.

- תאוצה ומהירות בחומר כאשר יש שדה $\vec a = \frac{e\vec E}{m} \Leftarrow \vec v = \frac{e\vec E}{m}\tau$.
  - מיחסי שדה – צפיפות הזרם נקבל $\sigma = \frac{ne^2\tau}{m}$. (σ $_{\text{מוליכות סגולית}}$ = $(\rho_{\text{התנגדות סגולית}})^{-1}$)

חוק פרדיי: שינוי בזמן של בשטף השדה המגנטי דרך משטח $\underset{\text{יוצר}}{\Leftarrow}$ כוח אלקטרו-מניע (כא"מ) מושרה $\underset{\text{יוצר}}{\Leftarrow}$ זרם מושרה $\underset{\text{יוצר}}{\Leftarrow}$ שדה מגנטי מושרה.

- **מסקנות:**
  - יצירת זרם אינה מצריכה הפרש פוטנציאלים (סוללה).
  - שינוי בזמן של השטף הינו- $\vec B\cdot\vec a = B\cdot a\cdot\cos(\theta)$ והוא מושפע משינוי בכל אחד ממשתתפי המשוואה.
  - סימון המינוס נובע מכך שהזרם יזרום לכיוון שמתנגד לשינוי (חוק לנץ).

השראות (עצמית): L גדול $\Leftarrow$ קושי גדל בשינוי הזרם הזורם דרך הלולאה בזמן. תפקיד הסליל הוא להוות מערכת הגנה מפני שינויים קיצוניים בזרם.

חוק הרציפות – שימור מטען: $\oint\vec J\cdot d\vec a = -\frac{\partial}{\partial t}Q \Leftrightarrow \vec\nabla\cdot\vec J = -\frac{\partial}{\partial t}\rho$.

$\sin^2(x)+\cos^2(x) = 1$
$\sin(-x) = -\sin(x)$
$\cos(-x) = \cos(x)$
$\tan(-x) = -\tan(x)$
$\sin(a\pm b) = \sin(a)\cos(b)\pm\sin(b)\cos(a)$
$\cos(a\pm b) = \cos(a)\cos(b)\mp\sin(a)\sin(b)$
$\sin(2a) = 2\sin(a)\cos(a)$
$\cos(2x) = \cos^2(x)-\sin^2(x)$
$1-\cos(x) = 2\sin^2\left(\frac{x}{2}\right)$
$\cos\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right) = \sin(\alpha)\,;\,\sin\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right) = \cos(\alpha)$

זה שלכם, תמלאו פה מה שבא לכם

תנועה שוות תאוצה
$v = v_0 + at$
$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$
$x = x_0 + \frac{v+v_0}{2}\cdot t$
$v^2 = v_0^2 + 2a(x-x_0)$

גיאומטריה	
משפט הסינוסים	$\frac{a}{\sin(\alpha)} = \frac{b}{\sin(\beta)} = \frac{c}{\sin(\gamma)} = 2R$
משפט הקוסינוסים	$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cdot\cos(\gamma)$
אורך קשת	$L = R\theta$
שטח גזרה	$S = R^2\theta/2$

תנועה בליסטית		
מרחק מקסי'	$\frac{v_0^2\sin(2\alpha)}{g}$	
גובה מקסי'	$\frac{v_0^2(\sin(2\alpha))^2}{2g}$	$\frac{1}{2}gt^2$
זמן בשיא הגובה	$\frac{v_0\sin(\alpha)}{g}$	
פירוק לרכיבים	$v_x = v_0\cos(\alpha)$ $v_y = v_0\sin(\alpha) - gt$	
מהירות מקסי' בנפילה חופשית	$v = \sqrt{2gh}$	

תנועה מעגלית			
כוח רדיאלי $\vec F$		$\frac{m\cdot v^2}{R}(-\hat r)$	
תנועה ללא החלקה		$x = \theta R$ $v = \omega R$ $a = \alpha R$	
זמן מחזור T		$\frac{2\pi}{\omega}$	$\frac{1}{f}$
תדירות f		$\frac{\omega}{2\pi}$	$\frac{1}{T}$
תנועה זוויתית	מיקום θ	θ	
	מהירות ω	$\dot\theta$	
	תאוצה α	$\ddot\theta$	

נוסחאות

כוח קולון $\vec F_{q[N]}$: $\frac{kq_iq_j}{r^2}\hat r$; $q\cdot\vec E\,\hat r$; $\frac{\partial U_E}{\partial x}\hat r$

שדה חשמלי $\vec E_{[\frac{N}{c}]}$: $\frac{\vec J}{\sigma}$; $\frac{\vec F_q}{q}\hat r$; $\frac{kq}{r^2}\hat r$; $-\vec\nabla\cdot\varphi\,\hat r$; קבל לוחות: $\frac{V}{d}$, $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

כוח לורנץ $\vec F_{L[N]}$: $q\vec v\times\vec B$; $\frac{\partial U_B}{\partial x}\hat r$; בתיל: $I\vec\ell\times\vec B$; ליחידת נפח: $\vec J\times\vec B$

שדה מגנטי $\vec B_{[T]}$: חלקיק: $\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec v\times\hat r}{r^2}$; תיל: $\int\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\vec\ell\times\vec r}{r^3}$

אנרגיה $U_{e[J]}$: בסליל: $\frac{LI^2}{2}$; בשדה מגנטי: $\frac{1}{2\mu_0}\int B^2dV$; במוליך: $\sum_i\frac{1}{2}\varphi_iq_i$; בקבל: $\frac{Q^2}{2C}$; בשדה חשמלי: $\frac{\epsilon_0}{2}\int E^2dV$; בסוללה: Vq ; $\int Pdt$

עבודה $W_{[J]}$: $k\frac{q_iq_j}{r}$; $\int fdx$; $q\Delta V$; ΔU

הספק $P_{[Watt]}$: נגד: RI^2 , $\frac{V^2}{R}$; סוללה: VI ; $\vec F\vec v$; $\frac{dW}{dt}$; הספק ממוצע $<P>$: $\frac{1}{T}\int_0^T Pdt$; קבל וסליל: 0 ; נגד: $\frac{1}{2}V_0I_0$

מתח חשמלי $V_{[V]}$: $\Delta\varphi$; RI ; אפקט הול V_z: $\frac{IB}{nqd}$; $\frac{Q}{C}$; $L\frac{dI}{dt}$; $-\int_{p_1}^{p_2}\vec Ed\vec s$

התנגדות $R_{[\Omega]}$: $\frac{V}{I}$; $\frac{\rho L}{A}$

זרם חשמלי $I_{[A]}$: $\frac{dq}{dt}$; $\int\vec J\cdot\vec A$; $nqvA$; $\frac{V}{R}$; העתקה: $\varepsilon_0\frac{\partial\phi_E}{\partial t}$

צפיפות הזרם $\vec J_{[\frac{A}{m^2}]}$: $\frac{I}{\vec A}\hat x$; $nq\vec v\,\hat x$; $\sigma\vec E\,\hat x$; העתקה: $\varepsilon_0\frac{\partial E}{\partial t}$

קיבול חשמלי $C_{[F]}$: $\frac{Q}{V}$

צפיפות מטען: נפחית ρ: $\frac{q}{V}$; מושר ρ_b ה: $-\vec\nabla\vec P$; שטחית σ: $\frac{q}{S}$; מושרה σ_b: $\vec P\hat n$; אורכית λ: $\frac{q}{L}$

דיפול $\vec p_{[c\cdot m]}$: $q\cdot\vec d$; $\int\vec PdV$; פוטנציאל דיפול: $\frac{k\vec p\cdot\hat r}{r^2}$

פולריזציה $\vec P_{[\frac{c}{m^2}]}$: $\underbrace{(\varepsilon_r-1)}_{\chi}\varepsilon_0\vec E$; $\frac{\vec p}{V}$

ציקלוטרון: מהירות $\vec v$: $\sqrt{\frac{2Vq}{m}}$, $\frac{qBR}{m}$; רדיוס R: $\frac{mv}{qB}$, $\sqrt{\frac{2Vm}{qB^2}}$; מהירות זוויתית $\vec\omega$: $\frac{qB}{m}$; מחזור T: $\frac{2\pi m}{qB}$; תדירות f: $\frac{qB}{2\pi m}$

השראות (עצמית) $L_{[H]}$: $\frac{\phi_B}{I}$; סליל: $\mu_0\cdot\pi R^2\cdot\frac{N^2}{\ell}$; טורואיד: $\frac{\mu_0\cdot N^2h\cdot ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}{2\pi}$

כא"מ מושרה $\varepsilon_{[V]}$: $\oint\vec E\cdot d\vec\ell$; $-\frac{\partial(\oint\vec B\cdot d\vec a)}{\partial t}$; $-\frac{\partial\phi_B}{\partial t}$; $-L\frac{dI}{dt}$

פוטנציאל חשמלי $\varphi_{[V]}$: $-\int_\infty\vec Ed\vec s$; $\frac{kq}{r}$

נכתב ע"י נועם שמלה