GOOD TO KNOW

$\nabla \cdot \nabla = \Delta$

$a \times b = -b \times a$

$a \times (b \times c) = b(a \cdot c) - c(a \cdot b)$

$\nabla (f_1 f_2) = f_1 \nabla f_2 + f_2 \nabla f_1$

$\nabla \cdot (f F) = f \nabla \cdot F + F \cdot \nabla f$

$\nabla \times (f F) = f \nabla \times F + \nabla f \times F$

$a \cdot b = ab\cos\varphi$

OBJEM – PLOCHA GAUSS

$$\int_S E\,dS = \int_V \operatorname{div} \bar{E}\, dV$$

KŘIVKA – PLOCHA STOKES

$$\int_l F\,dl = \int_S \operatorname{rot} \bar{F}\, d\bar{S}$$

$\operatorname{rot}\operatorname{grad} f = 0$ $\quad (\nabla \times \nabla f = 0)$ $\qquad \operatorname{div}\operatorname{rot} f = 0$ $\quad (\nabla \cdot \nabla \times f = 0)$

$$\boxed{\nabla \times \nabla \times \bar{A}(\bar{r}) = -\Delta \bar{A}(\bar{r}) + \nabla \underbrace{\nabla \cdot \bar{A}(\bar{r})}_{0}}$$

MAXWELLOVY ROVNICE

- INTEGR. TVAR

$\oint_S D\,dS = Q \qquad \oint_l H\,dl = I + \int_S \frac{\partial D}{\partial t}\,dS$

$\oint_l E\,dl = -\int_S \frac{\partial B}{\partial t}\,dS \qquad \oint_S B\,dS = 0$

- DIF. TVAR

$\nabla \cdot \bar{D} = \rho \qquad \nabla \times H = j + \frac{\partial D}{\partial t}$

$\nabla \times \bar{E} = -\frac{\partial B}{\partial t} \qquad \nabla \cdot \bar{B} = 0$

- VAKUUM BEZ NÁBOJŮ

$\nabla \cdot E = 0 \qquad \nabla \times B = \frac{1}{c^2}\frac{\partial E}{\partial t}$

$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t} \qquad \nabla \cdot B = 0$

POTENCIÁL ELMAG POLE

– KDYŽ VEKT. POLE V URČ. OBL. $\operatorname{rot} \bar{A} = 0$

↳ VYJÁDŘÍM JAKO GRAD. SKAL. FCE φ

$\operatorname{rot}\left(\bar{E} + \frac{\partial A}{\partial t}\right) = 0 \qquad \bar{E}(t) \to$ NENÍ POT., ALE $E + \frac{\partial A}{\partial t}$ JE!

$\bar{E} + \frac{\partial A}{\partial t} = -\operatorname{grad}\varphi \Rightarrow \boxed{E = -\operatorname{grad}\varphi - \frac{\partial A}{\partial t}} \qquad B = \nabla \times \bar{A}$

→ DO 1. SADY ROVNIC

↓ ÚPRAVY + LORENTZ. PODM. $\operatorname{div}\bar{A} + \varepsilon\mu\frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$

$$\boxed{\begin{aligned}\nabla \times \nabla \times F &= \nabla \nabla \cdot F - \Delta F \\ \nabla \times (\nabla \times F) &= \nabla(\nabla \cdot F) - \Delta F\end{aligned}}$$

$\Delta \varphi = -\frac{\rho}{\varepsilon} - \frac{\partial \operatorname{div} \bar{A}}{\partial t} = -\varepsilon\mu\frac{\partial \varphi}{\partial t}$

$\Delta \bar{A} - \varepsilon\mu\frac{\partial^2 A}{\partial t^2} = \mu j + \underbrace{\operatorname{grad}(\ldots)}_{0}$

VÝKON $f = \rho(E + \bar{v} \times \bar{B})$ → CHCI VÝKON $\bar{n} = \bar{j}\bar{E}$

$n = j \cdot \bar{E} \qquad j = \operatorname{rot} H - \frac{\partial D}{\partial t} \qquad H \cdot \nabla \times E + \frac{\partial B}{\partial t} \cdot H = 0$

$H = \frac{B}{\mu}$

$j\bar{E} = E \cdot \operatorname{rot} H - E\frac{\partial D}{\partial t} \qquad \nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t} \quad / \cdot H$

$j\bar{E} = E \nabla \times H + H \nabla \times E - \left(E\frac{\partial D}{\partial t} + H\frac{\partial B}{\partial t}\right)$

$= -\operatorname{div}(E \times H)$

$jE = -\operatorname{div}\underbrace{(E \times H)}_{S} - \left(E\frac{\partial D}{\partial t} + H\frac{\partial B}{\partial t}\right)$

VÝMAY VÝRAZY

$= \frac{\partial}{\partial t}\Big[\underbrace{\tfrac{1}{2}(\bar{E}\cdot\bar{D} + \bar{H}\cdot\bar{B})}_{w}\Big]$

$\int E^* j\,dV = \int \frac{j^2}{\gamma}\,dV + \int \frac{dw}{dt} + \oint S\,dS \qquad j \cdot E = \frac{j^2}{\gamma} - E^* j$

JOUL. TEPLO

VTIŠTĚNÝ VÝKON

APLIK OHMA

$\boxed{j \cdot E = -\operatorname{div} S - \frac{\partial w}{\partial t}}$

VYZAŘ. $\qquad$ E V OBJEMU

STAC. POLE – EL

- KONTINUITA $\quad I + \frac{dQ}{dt} = 0 \quad \left(j + \frac{d\rho}{dt} = 0\right)$
- POTENC. POLE $\quad \nabla \times E = 0 \qquad \Phi = \frac{Q}{\varepsilon_0} \qquad \operatorname{div} E = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$

$\bar{D} = \varepsilon_0 \bar{E} + \bar{P}_e \qquad \bar{P} = \varkappa_e \varepsilon \bar{E}$

- OHMŮV ZÁKON $\quad I = \frac{1}{R}U \quad (\bar{j} = \gamma\bar{E};\ \bar{E}, \bar{j} \perp \bar{S})$

↳ NEHOM. $\quad \bar{j} = \gamma(E + E^*)$

- PRÁCE, VÝKON $\quad F = q \cdot E \to W = q \cdot U$

$N = UI \to n \ldots$ HUST. VÝKONU

ODPOR ZDROJE $\quad$ ODPOR SVODU $\quad h = \bar{j}\bar{E}$

$\underbrace{R_i I^2 + R_e I^2}_{\text{JOULE.}} = (\mathcal{E})$ VÝKON ZDROJE

DIF. TVAR $\quad h = \bar{j} \cdot \bar{E} = \frac{j^2}{\gamma}$

- $\ast \to \triangle \qquad R_I = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \qquad R_1 = R_{II} + R_{III} + \frac{R_{II} R_{III}}{R_I}$

ELEKTROSTATIKA

- $F_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{R^3}\bar{R}_{21}$; $\bar{\rho} = \frac{Q}{V}$ (σ, τ)
- POTENC. E $\quad W = -\int F\,dR = k \cdot \frac{Q_1 Q_2}{R}$

↳ $\cos\alpha\, dl$

- PRÁCE $= \frac{1}{8\pi\varepsilon_0}\sum\frac{Q_1 Q_2}{R} \quad (\frac{1}{2} \in r)$
- INTENZITA $\quad \bar{F} = Q \cdot \bar{E}$, SUPERPOZ.
- GAUSS $\quad \int E\,dS = \frac{Q_i}{\varepsilon_0} \quad (\operatorname{div} D = \rho$
- POTENCIÁL $\quad \bar{E} = -\nabla\varphi;\ \varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum\frac{Q}{|r - r_i|}$

↳ $W = -\int F\,dl = -Q\int E\,dl = +Q\int \varphi\,dl$

- ↳ $U_{12} = \int_1^2 E\,dl$ NAPĚTÍ

↳ VLASTNÍ POT. E $\quad A = \frac{1}{2}\sum Q\varphi \quad (\oint = 0)$

- $\operatorname{rot} E = 0$ (STAC. POLE)
- ROZLOŽ. NÁBOJE $\quad \varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\rho(r')\,dV}{|r - r'|}$

$E = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \nabla\frac{\rho(r)}{|r - r'|}\,dV$

$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int\frac{\rho(r')}{|\bar{r} - \bar{r}'|^3}(r - r')\,dV$

- POISSON $\quad \Delta\varphi = -\frac{\rho}{\varepsilon_0}$
- LAPLACE $\quad \Delta\varphi = 0$
- HUSTOTA E ELSTAT POLE

$w = \frac{1}{2}\int \varphi(r)\rho(r)\,dV \to (-\Delta\varphi\,\varepsilon_0 = \rho)$

$= \frac{1}{2}\int \varphi\Delta\varphi\,dV = \frac{\varepsilon_0}{2}\int|E|^2\,dV = \int w_e\,dV$

$w_e \ldots$ OBJ. HUST. E

- DIPOL $\quad \varphi(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_+} - \frac{1}{R_-}\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{l\cos\theta}{R_+ R_-}$

$\left(\frac{1}{r^2} \sim \frac{1}{r}\right) \qquad = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\bar{p} \cdot \bar{r}}{r^3}$

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{3(\bar{p}\cdot\bar{r})\bar{r}}{r^5} - \frac{\bar{p}}{r^3}\right]$

$p = (0, 0, p)$, $\bar{r}(x, 0, z)$ $\quad E_x = \frac{p}{4\pi\varepsilon_0}\frac{3\sin\theta\cos\theta}{r^3} \qquad x = 0,\ z = \frac{2p}{r^3}$ ZXVIC

$E_z = \frac{p}{4\pi\varepsilon_0}\frac{3\cos^2\theta - 1}{r^3} \qquad \to E_z = \frac{p}{r^3}$

- POT. E DIPÓLU → OČISTĚ ORIENTAČNÍ

$W = -\bar{p} \cdot \bar{E}$

$\bar{F} = (\bar{p}\nabla)\bar{E}$

PŘÍMKY NÁBOJE

- ROVINY $\quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \qquad$ • PŘÍMKA $\quad \frac{Q}{2\pi r\varepsilon_0} \qquad$ • ROVINA $\quad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

↘ 2 POD. S.

- KULOVÁ SLUPKA $\quad E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r_2^2} \qquad Q = \sigma \cdot S = 4\pi r_0^2\sigma$
- KOULE $\quad Q = \frac{4}{3}\pi r_0^3\rho \quad$ → KDYŽ JE TEL. PLNÉ

↳ BUDE POMĚR $\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$

- ZÁKL. ÚLOHA ELEKTROSTATIKY

– HLEDÁNÍ ŘEŠ. LAPL. ROVNICE VYHOV. PODMÍNKÁM

– HLEDÁME FCI φ DEFINOVANOU A SPOJITOU SE SPOJIT. DERIV. DO 2. ŘÁDU A VYHOV. LAPLACEOVI

1\. $\varepsilon\oint \nabla\varphi\,dS = -Q \qquad$ 2. $\varphi = U$ (NA HRANICI OBJEMU)

⇒ PRÁVĚ 1 ŘEŠ.

- KAPACITA, KOND. $\quad C = \frac{Q}{\varphi_0} \Rightarrow \varphi_{0i} = \sum B Q_k \quad$ POT. KOEF.

$Q = \sum C\varphi_{0k} \quad C \ldots$ KAP. KOEF.

↓ GEOM $\quad C_{ik} \leq 0$

• $= 0$ – ROVNO, BUDOU ODSTÍNĚNY → KOND.

• < 0 ← KLADN. NABITÝ VODIČ INDUKUJE NA DRUHÉM OPAČ. ZNAM.

$C = \frac{Q}{U}$

$U = E \cdot d = U = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}d = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}d \Rightarrow C = \frac{Q}{U}$

- SOUST. NAB. VODIČŮ $\quad W = \frac{1}{2}CU^2 =$
- NÁBOJ – ROVINA → DIPOL $\quad E = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2Q}{r^2 + h^2}\cos\theta = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2Qh}{(r^2 + h^2)^{3/2}}$
- KAPACITA $\quad U = \int E\,dl$ ↗ POS. E – KULOVÝ $\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\int\frac{dr}{r^2} \Rightarrow k \cdot \frac{R_2 - R_1}{R_1 R_2}$

↳ VÁLEC $\quad E = \frac{Q}{\varepsilon_0 dS} \qquad dS = r2\pi l \to \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 l}\ln\frac{R_2}{R_1}$

- ELSTAT POLE V DIEL. $\quad \frac{U_0}{U} = \varepsilon_r$

$D(r) = \varepsilon_0 E + \bar{P}$

$\mu_R = \frac{W_v}{W_j}$

STAC. POLE – MAG.

- LORENTZ. SÍLA $\quad F = q[\bar{E} + \bar{v} \times \bar{B}]$

↳ OBJEM. SÍLA $\quad \bar{f} = \bar{j} \times \bar{B}$

- AMPÉR – SILOVÝ $\quad \frac{F}{l} = \frac{\mu}{2\pi}\frac{II'}{a} \qquad$ LEŽÁRNA $F = B \cdot I \cdot l$ – NA VODIČ
- AMPÉR $\quad \oint_l B\,dl = \mu_0 I \qquad (\nabla \times \bar{B} = \mu\bar{j})$
- VEKTOROVÝ POTENCIÁL $\quad \left[\bar{A} = \frac{\mu}{4\pi} \cdot \frac{Q}{R}\right]$

$A = \frac{\mu}{4\pi}\int\frac{\bar{j}}{R}\,dV \qquad R = |x - x'|$

$\nabla \times \frac{\bar{j}}{R} = \nabla\frac{1}{R} \times \bar{j} + \frac{(\nabla \times \bar{j})}{R} = 0$

$= -\frac{\bar{R}}{R^3}$

$A'(r) = A(r) + \operatorname{grad} f(r)$

– NEJEDN.

– KALIBR. PODM. $\quad \nabla \times \operatorname{grad} = 0$

$\nabla \times \nabla \times \bar{A} = -\Delta\bar{A} + \nabla\underbrace{\nabla \cdot \bar{A}}_{0}$

BIOT – SAVART $\quad \bar{B}(\bar{r}) = \frac{\mu}{4\pi}\int\frac{\bar{j}(\bar{r}') \times \bar{R}}{R^3}\,dV'$

$$\boxed{\bar{B}(\bar{r}) = \frac{\mu}{4\pi}\int\frac{\bar{j}(\bar{r}') \times \bar{R}}{R^3}\,dV = \frac{\mu}{4\pi}I\int\frac{d\bar{l} \times \bar{R}}{R^3}}$$

→ APROXIMACE, MALÝ KOUSEK VODIČE

$I\,dl \sim \bar{j}\,dV$

$A = \frac{\mu}{4\pi}\int\frac{\bar{j}}{R}\,dV = \frac{\mu}{4\pi}I\int\frac{dl}{R} \qquad \Phi = \int B\,dS = \int \operatorname{rot} A\,dS = \oint A\,dl$

POT. E A SÍLA MAG. POLE NA MAG. DIPOL

$\Delta\bar{A} = \bar{F}\Delta\bar{a} = I(\Delta\bar{l} \times \bar{B})\Delta\bar{a} = I\Delta\phi$

$\boxed{A = I(\Phi_2 - \Phi_1)}$

POT. E $\quad W = -I\Phi \qquad W = -\bar{m} \cdot \bar{B}$

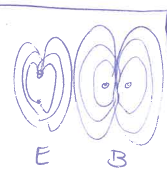
MAG. DIPOL $\qquad I \cdot \bar{S}$

$m \ldots$ AMPERŮV MAG. MOMENT SMYČKY

$\bar{A} = \frac{\mu}{4\pi}\frac{\bar{m} \times \bar{R}}{R^3}$

$\bar{B} = \frac{\mu}{4\pi}\left(3\frac{(\bar{m}\cdot\bar{r})}{r^5}\bar{r} - \frac{\bar{m}}{r^3}\right)$

– FORM. SHODA SEL DIPOL.



E $\qquad$ B

$\oint f\,dl = \oint \bar{S} \times \bar{f}$

MAG. V LÁTCE $\qquad \varphi_m \frac{1}{4\pi}\left[\int\frac{\sigma_m}{R}\,dS + \int\frac{\rho_v}{R}\,dV\right]$

$\mu = \gamma L \qquad \gamma \ldots$ GYROMAG. POMĚR.

P_m. POLARIZ. ↑ $\quad P_m = \mu_0\bar{M} \qquad \oint(B - \bar{M}\mu_0)\,dl = \mu_0 I$

M_m MAGNET. $[A \cdot m^{-1}]$

$\oint B\,dl = \mu_0(I + I^m)$

$$\boxed{\bar{H} = \frac{\bar{B}(r) - \bar{P}(r)}{\mu_0}}$$

$\boxed{P_m = \mu M}$

$\bar{M}(r) = \varkappa_m H_m$

$\bar{P}_m = \mu\varkappa_m H_m$

$B_r = \mu H + P_m = \mu(1 - \varkappa_m$

$\varkappa_m = \frac{C}{T}$

$\mathcal{E}_m = I_e = \oint H\,dl$

↳ ANALOG. $\qquad H(r) = -\nabla\varphi_m$

$B = -\mu_0\nabla\varphi_m + \mu M$

KAPALINY

- MOLÁRNÍ VODIVOST

$[m^2/\Omega . mol]$ $\Lambda = \frac{\gamma}{\eta}$ — MĚR. VODIVOST, η ... MOL. KONCENTRACE

- NEJÁV. NAC
- ZMĚNA c — VLIV NA DISOCIACI → VISKOZITA

$\Lambda_\infty = \Lambda_{\infty A} + \Lambda_{\infty B}$

KOHLRAUSCH. ZÁKON

- PŘI MEZNÍM ZŘEDĚNÍ JE LIMIT. MOL. VODIVOST SOUČTEM

$\lambda^\infty = \nu_k \lambda_k^\infty + \nu_A \lambda_A^\infty$

DISOC. STUPEŇ $\alpha = \frac{\lambda}{\lambda^\infty}$

DEBYE-HÜCKEL $\gamma_\pm = -A z_K z_A \sqrt{I}$

$a = \gamma c$

FARADAY — ELEKTROLÝZA · ZÁVISÍ NA SPOUSTĚ ASPEKTECH

- TYP ELEKTR.
- ELEKTRODY, ...

1. m ZÁVISÍ NA I

$m = AIt$ — MNOŽSTVÍ VYLOUČENÉ LÁTKY JE ÚMĚRNÉ NÁBOJI

2. LÁTK. MNOŽSTVÍ JE PRO VŠECHNY L. EKVIV.

$A = \frac{M}{Fz}$ — MNOŽSTVÍ VYL. LÁTEK STEJNÝM NÁBOJEM

$\boxed{n = \frac{It}{Fz}}$

TERMOEL. JEVY

- SEEBECKŮV JEV

$\mathcal{E}_S = U_{AB}(T_1) - U_{AB}(T_2)$

THOMSON

- I V HOMOG. VODIČI TERMOEL. NAP.

$\mathcal{E}_T = \int \sigma_T \, dT$ — σ_T THOMS. KOEF.

FRANZ-WIEDEMAN

- MIMO TEPL. ZÁVISLOST ODPORU I PŘÍSPĚVEK e^-

$\frac{\Lambda}{\gamma} = LT$ L ... KONST, T ... ABS. TEPL.

- POMĚR MEZI TEPL. A EL. VODIVOSTÍ, EMPIRICKÝ

$\varrho_R = \varrho_{R,0}(1 + \alpha t + \beta t^2)$

MATTHIESSENOVO PRAV.

- ROZPTYL e^- NA TEPL. KMITECH

PROUD V PLYNECH

= VÝBOJ $\sim T, p, ...$

POMÁHÁM OZÁŘENÍM

d ... NÁRŮST

a ... OHM

b ... ODCHYLKA OD

c ... I NEZÁV. OHMA NA NAP.

NESAMOSTAT. VÝBOJ — ↑NAPĚTÍ

DOUTNAVÝ / SAMOST.

- ZA SNÍŽ p
- PŘI DOSAŽ. KRIT U_Z → ZÁPALNÉ
- STAC. PROUD. HUST. → SVĚT. VÝBOJ
- ROZDĚL φ PODÉL VÝB. DRÁHY ~~OBLOUK~~ OBLOUK
- ZÁV. NA PLYNU, ELEKTR. — MAT., GEOM.
- VYUŽITÍ K OSVĚTLENÍ → BUDÍ UV → TO REAG. S LUMINOFOR. POVLAKEM NA STĚNĚ VÝBOJKY
- STABILIZACE PROUDU → JAKO ZEN. DIODA

JAK PRŮB. φ TAK I U_Z

$U = k \cdot p \cdot z$, z VZDÁL. ELEKTR.

- ŽÁRUVKY
- NOSIT. PROUDU, I^+, I^-, VOLNÉ e^-

OBLOUKOVÝ

- PŘÍRŮ TLAKY
- PŘIBLIŽÍM — OZAHŘEJU ELDY JOULEM → ODDÁLÍM — HOŘÍ
- S POST. j KLESÁ U NA ELDÁCH
- ZÁP. ELDA AT → DRUHÝ KLESNE → ZHASNE
- VOLBA T → ZÁV. NA MAT.

↓NAPĚTÍ 20-50V

j - AŽ $10^5\,Am^{-2}$

↑j TÍM ↓U

KATODA — AŽ 3000-4000 °C ; POVRCH TEPL. ZÁP. ELDY — OHNĚ?

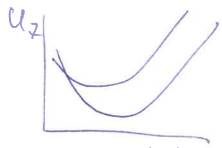
—ŘEŠÍM λ_0 A ZÁV. NAP. $\gamma = n_0 \frac{e^2}{m_e} \tau$ ↗HUST. PROUDU

DRUDEHO MODEL

- V NULOVÉM EL. POLI → POHYB e^- ZCELA CHAOT.
- STATISTIKA NAPŘ. MAXW.-BOLTZ.
- VLOŽÍM POLE → USMĚRNÍM

STŘ. HOTN. $\langle v \rangle = -\frac{e}{m_e} \tau E$

VYKAZUJE MINIMUM



PASCHENŮV ZÁKON

- ZÁVISLOST $U_Z \sim (pd)$
- PRO DANÝ PLYN ZA DANÉ TEPLOTY

CLAUSIŮV-MOS. VZTAH

$3\varepsilon_0 \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 2} = \frac{1}{V} \sum \alpha_i$ (MOL)

$3\varepsilon_0 \frac{A_m}{\varrho_M} \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 2} = N_A \alpha_0$

A_m .. POMĚR. MOLEK. HMOTN.

ϱ_M ... HUSTOTA

N_A ... AVOGADR.

—VNĚJŠÍ EL. POLE INDUK. MOMENTY I VNEPOL. LÁTCE

—KOULE KOLEM DUTINY

$E = E_d + E'$ → ZANEDBÁM O

↑ PŮS. OSTAT. MOLEKULY V DUT.

MAKROSK. POLE V DUT.

$E = E_d$ → CHCI ε_0 → OMEZÍM SE JEN NA LÁTKY KTERÉ LZE TAKTO ŘEŠIT

—VZTAH MEZI REL. PERMITIVITOU NEPOL. LÁTEK A POLARIZ. JEJICH MOLEKUL, KDYŽ LZE ZANEDBAT ~~ŘEŠENÍ~~ SLOŽKU E' LOK. POLE E_d

- PRO ∀ NEPOL. L.
- DÁVÁ ZÁV. POČTU MOLEK. ~T

ε JE FCE (T)

LZE VYPOČ. ε KDYŽ VÍM POČET MOL. V JEDN. OBJEMU

⇒ Z ε → POLARIZOVATELNOST

$3\varepsilon_0 \frac{A_m}{\varrho_M} \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 2} = N_A \alpha_0$

↑AVOGADRO

$3\varepsilon_0 \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 2} = \frac{1}{V} \sum \alpha_i$

$E_d = \frac{\varepsilon_r + 2}{3} E$ ∧ $P = (\varepsilon - \varepsilon_0) E$