

4) KVÁZISTACIONÁRNÍ EL. A MAG. POLE

- UZAVĚ. SMYČKA V BLÍZK. MAG. POLE
- PROUD VE SMYČCE POTEČE, KDYŽ 1) SE SMYČKA V HODLĚ POHNE
2) V HODLĚ SE POKYKNE ZPROJE MAG. POLE
3) ZMĚNÍ SE MAG. POLE UVNITŘ SMYČKY (NAPŘ. ZYČLOU PŘECHODU PROUDU)

- INDUKOVANÉ ELEKTROMOT. NAPĚTÍ \mathcal{E}_F
- PŘEDTÍM MOHLO BÝT VTIŠTĚLÉ NAPĚTÍ \mathcal{E}_F^* BÝT JEN V NEHOMOG. VODIČ.

\hookrightarrow OACE \mathcal{E}_F I V HOMOGEN. PŘI ZMĚNĚ 1-3

$$\mathcal{E}_F(t) = R I(t)$$

INDUK. PROUD

DEF: VEĹKOST INDUKOVANĚHO EMOT. NAPĚTÍ JE ROVNA VEĹKOSTI TOTÁLNÍ DĀSOLĚ DERIVACE MAG. TOKU SMYČKOU. SMĚR INDUK. PROUDU VE SMYČCE JE VĚDY TAKOVÝ, ŽE MAG. POLE VYTVOŘENÉ TĚMTO PROUDEM SE VĚDY SMĚR KOMPENZOVAT ZMĚNĚ TOKU ODPOVĚDNĚ ZA VEĹK. INDUKOVANĚHO PROUDU.

COBERTHOVA PRACIZIO



$$\mathcal{E}_F(t) = - \frac{d\psi}{dt}$$

- DIVERZITACNĚ URČEN TVAREM, POLOHOU A ORIENTACÍ SMYČKY S
- MUSÍ TO BÝT VĚDY CELKOVÝ MAG. TOK

- MUSÍM ZOHLEDNIT VŠECHNY

$$\mathcal{E}_F(t) = - \frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

- NEPČATI PLE OBEINĚ
- JEN PŘÍPADY 2-3

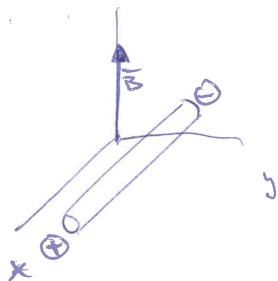
- JEDINĚ TU BERU V POTAZ POHYB LABORATORĚ VŮČI $\vec{B} \rightarrow$ SMYČKA SE MŮŽE S TĚM POHYBEM POHYBOVAT PŘESLĚ PROTÍ TOMU

\hookrightarrow VYUKLOVA CO BY SE

- KVÁZISTACIONÁRNÍ ELEKTŘICKÝ OBVOU \rightarrow MŮŽE VYTVOŘIT 1A ZÁKLADĚ EXISTENCE \mathcal{E}_F

SOUVISLOST MEZI EL. MAG. INDUKCÍ A SILOVNÍMI ÚČINKY MAG. POLE

a) POHYB PŘÍMĚHO VODIČE V HOMOGEN. MAG. POLI



- TĚ V \vec{B} SE POHYBUJE VE SMĚRU y
- POLE BUDE PŮSOBIT NA VODIČĚ NĀBŮJE V TĚCI

\downarrow VTIŠKNE INTENZITU \vec{E}_F^*

$$\vec{E}_F^* = \vec{v} \times \vec{B}$$

\hookrightarrow LORENTZ SILA JE BUDE POSOUVAT

- TĚ SE BUDE MĀBĪJET \rightarrow UVNITŘ VZNIKLE EL. POLE
- ROVNOVĀŽNÝ STAV NĀSTANE KDYŽ VZNIKAVÍCÍ POLE \vec{E} VYPOVĀ VYČÍ. 1A7.

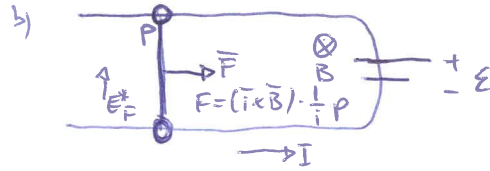
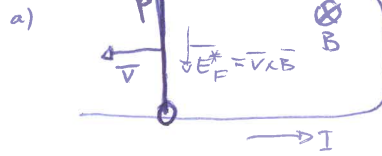
$$\vec{E} = -\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{E} + \vec{E}_F^* = 0$$

$$\vec{E} + \vec{E}_F^* = 0$$

b) PRŮVOD EL. STROJĚ

- PODMÍNKY PRO VZNIK EL. PRŮVODU
& VZNIK ŠMÝČCE
- STRANA P JE POHYBLIVÁ



- PŘÍP. a): PŘÍČKA SE BUDE VLÉŠŠÍM VLIVEM POHYBOVAT RYCHL. v
- NA VOLNĚ LOSIT. BUDE RŮS. VYTÍSTĚNÁ INT. \vec{E}_F^*

LOBUDE SE CHOVAT JAKO "ZDROJ" OHM.

$$R I = \int_l \underbrace{(\vec{v} \times \vec{B})}_{\vec{E}_F^*} d\vec{l}$$

\vec{E}_F^* JE RŮZNĚ OD NULY POUŽE PODĚL \odot

$$\Rightarrow \epsilon_F^* = \int_l (\vec{v} \times \vec{B}) d\vec{l} = \int_P (\vec{v} \times \vec{B}) d\vec{l}$$

\vec{E}_F^* JE PODĚL l KONSTANTNÍ

$$\Rightarrow \epsilon_F^* = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{p} = \text{BVP}$$

$$\boxed{\epsilon_F^* > 0}$$

VELIK!

PROČHA KTEROU PŘÍČKA PŘI POHYBU OPÍŠE
 VELIKOŠ SMĚR INT. JAKÉ VOLLI SOUHLASÍ S \vec{E}_F^* A TUDY ISJ

$$\epsilon_F^* = B v p = B S = \frac{d\phi}{dt}$$

- PROUD VE VODIČÍCH \rightarrow * JOULOVŮ TEPLO

- POTŘEBNOU ϵ DODÁ VLÉŠŠÍ SÍLA KTERÁ PŘI POHYBU PŘÍČKY KONÁ PRÁCI

\Rightarrow MĚLÍM MĚRIT PRÁCI NA EL. ENERGII

⑥ ZAPOJÍM DO SMYČKY $\epsilon \rightarrow$ VZNIKNE $I \rightarrow$ NA POHYB. NÁBOJE PŮSOBÍ SÍLA

\Rightarrow PŘÍČKA P SE PAK BUDE POHYBOVAT \Rightarrow SOUSTAVA BUDE KONAT PRÁCI

PRÁCE UČINOVANÁ ZA JEDN. ČASU

$$N_m = F \cdot v = \int_j p [(\vec{j} \times \vec{B}) \cdot \vec{v}'] = \int \text{BVP}' S$$

- TATO PRÁCE JE KONÁNA NA ÚKOR DODANÉ ϵ

$$N_z \dots \text{VÝKON ZDROJE} \quad N_z = \epsilon I$$

* JOULOVŮ TEPLO

$$\epsilon I = R I^2 + N_m = R I^2 + \int \text{BVP}' S$$

↓
Joule

ϵ_F^* - INDUKOVANÉ SB PŘI POHYBU

- SMĚR PROUDU I → KLADNÝ SMĚR INTEGRACE
 ↓
 BUDE KLADNÁ ε (KLADNĚ MĚŘÍ ECHOT NAPĚTI)

⇒ PAK ALÉ $\epsilon'_F = \int \vec{E}_F^* d\vec{l} = -B \rho v' < 0$

⇒ $\epsilon I = RI^2 - \epsilon'_F I$

- CO SE DĚJE 1) EXTERNÍ $\epsilon_z \rightarrow I$
 2) PŮSOBÍ F NA P → POHYB → KOLA PRAČI
 3) V POHYBUJÍCÍ SE SMYČCE → INDUKUJE NAPĚTI ϵ'_F
 LADĚ DO $\epsilon I = RI^2 - \epsilon'_F I$

c) FLUXMETR

PRINCIP: PRINCIP MOŽNOST PŘEVĚST ZMĚNU MAG. TOKU PLOCHOU VODIVÉ SMYČKY NA MĚŘENÍ
NĚBOU PROSLÉHO OBVODEM

- CÍVKA S N V POLI \vec{B} , MUSÍ MÍT MALÝ PRŮBĚH, ABY SE MOHLO MĚŘ. HOMOG. POLE
- CÍVKA V OBVODU O R
- MĚŘÍM PROSLY φ

$\Delta \varphi \approx \Delta \vec{B}$

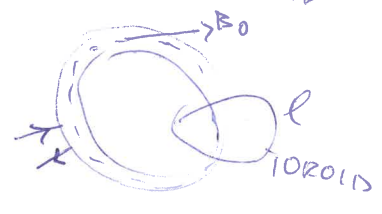
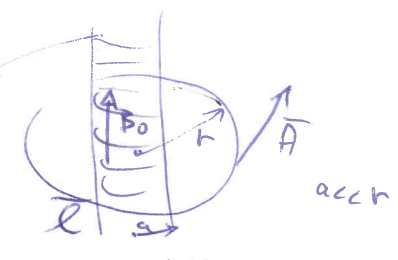
$\psi_i = N(\vec{B}_i \vec{s})$
 POČ

$\psi_f = N(\vec{B}_f \vec{s})$
 KOLEM.

$\varphi(t) = \int_0^{\infty} I(t) dt = \frac{1}{R} \int_0^{\infty} \epsilon_F(t) dt = -\frac{1}{R} \int_0^{\infty} \frac{d\psi}{dt} dt = -\frac{1}{R} \int_{\psi_i}^{\psi_f} d\psi = \frac{\psi_f - \psi_i}{R}$

$\epsilon'_F(t) = -\pi a^2 \frac{\partial \vec{B}_0}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t} \oint_k \vec{A} d\vec{l} = -\oint_k \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} d\vec{l}$

SMYČKA
 PROCHÁZÍ
 V CELEM
 OBVODU
 PROSTOREM
 $\vec{B} = 0$



- ZMĚNA PROUDU
 VE SMYČCE
 → INDUKUJE SE PROUD

→ MĚLÍ SE ψ PLOCHOU

OBEČNÉ VLASTNOSTI KVAZISTACIONÁRNÍHO POLE:

- "POMALÁ" ČASOVÁ ZMĚNA

- JE MOŽNÁ ČASOVÁ ZMĚNA ROZLOŽENÍ MAKROSKOP. NÁBOJŮ

$\rho(\vec{r}, t)$ - DOCHÁZÍ KE ZMĚNĚ ROZLOŽENÍ NÁBOJŮ

↳ ALÉ POMALU $\frac{\partial \rho}{\partial t}$ MUSÍ BÝT ZALÉDŮ.

↳ ROVNICE KONTINUITY

A \vec{j} SPRÁVNĚ

$$\oint \vec{j}(\vec{r}, t) \cdot d\vec{S} = 0$$

RESP. $\boxed{\text{div } \vec{j}(\vec{r}, t) = 0}$

- MALE UPLATNĚM VĚZÁVĚCH PROUDŮ, VČETNĚ POČARIZÁČNÍHO V DIELEKT. M.

- ČASOVÁ ZÁVISLOST ROZLOŽ. NÁBOJŮ → BUDÍ ČASOVĚ PROMĚNĚ EL. POLE

- KVAZISTAC. POLE → OBEČNĚ ZÁVISLÉ NA ČASE

- STÁLE HO POUŽIJEME ZA POTENCIÁLNÍ

~~$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l}$~~

$$\oint \vec{E}(\vec{r}, t) \cdot d\vec{l} = 0$$

INT. KVAZISTAT. POLE

$$\text{rot } \vec{E}(\vec{r}, t) = 0$$

→ POUŽIJEME POLE ZA POTENCIÁLNÍ

$$\boxed{\vec{E}(\vec{r}, t) = -\text{grad } \varphi(\vec{r}, t)}$$

- KVAZISTAT. EL. POLE SPŮSOBE I GAUSSE
- KDYŽ JE PŘÍTOMNĚ LÁTKOVĚ PROSTĚDÍ ZÁVEDU

→ VEKTOR EL. INDUKCE VZTAHEM

$$\boxed{\vec{D}(\vec{r}, t) = \epsilon_0 \vec{E}(\vec{r}, t) + \vec{P}(\vec{r}, t)}$$

PČATÍ

$$\oint_S \vec{D}(\vec{r}, t) \cdot d\vec{S} = Q$$

OR $\boxed{\text{div } \vec{D}(\vec{r}, t) = \rho(\vec{r}, t)}$

- POTENCIÁLNÍ CHAR. KVAZISTAC. EL. POLE

↓
FORMÁLNĚ SHODNĚ S VLASTNOSTI STACIONÁRNÍHO

→ SPÍŠE KEDÚSIFERLOST

- ACE ROZDÍLŮ VLIV NA POHYB. ČÁSTICI

→ DÍKY t ZÁVISLOSTI (MALE)

- ZÁMĚBÁVÁNÍ MAG. ÚČINNÝ POSUV. PROUDŮ

- IKDYŽ ČÁSTICE BUDE PO UTAHĚ. DRÁZE KONST. RYCHLOSTI

- BUDE **KONAT NENUL PRÁCI**

- PŘI ZÁMĚBÁVÁNÍ POČARIZ. PIZOUKŮ → STEJNĚ JAKO STACION.

- PŘEBROUČADÁN PLATNOST AMPĚRA

! ZA ZRODŮS MAG. POLE POUŽIJEME POUŽE ZMAG. LÁTKY A VOLNĚ PROUDY

$$\oint \vec{H}(\vec{r}, t) \cdot d\vec{l} = I$$

$$\text{rot } \vec{H}(\vec{r}, t) = \vec{j}(\vec{r}, t)$$

- MŮŽE ZÁVĚST VEKTOR POTENCIÁLNÍ $\vec{A}(\vec{r}, t)$ A

A SPĚVNĚTI KVALIBŮ. PODMÍNKU $\text{div } \vec{A}(\vec{r}, t) = 0$

→ TĚDY I PČATÍ $\boxed{\text{div } \vec{B} = 0}$

- VE VŠECH PŘÍBLIŽENÍM TĚDY POUŽIJEME FORMÁLNÍ SHODU VE VĚTÁCH U STAT. A KVANTUM. POLE

$$\text{div } \vec{B}(\vec{r}, t) = 0 \quad \oint_S \vec{B} \cdot \vec{s} = 0$$

$$\epsilon_F = -\frac{d\psi}{dt}$$

DĚJ - ČASOVĚ ZMĚNY MAG. POLE VYVOLÁVAJÍ ZMĚNY V ROZLOŽENÍ ELEKTR. NÁBOJŮ → TĚDY I ZMĚNY EL. POLE

- PRO KVANTUM. PŘEDPOKL. I PLATNOST MAXWELL. VĚTAMŮ

- U OHMA ALE MUSÍM POUČÍTAT I S DODATEČNŮM VĚTSTĚNŮM

$$\vec{E}_F^*$$

→ POUŽE JINÉ OKRAJ. PODMÍNKY → BEROU V POTAZ $\vec{E}_F^*(F)$

- PŘI VHOVNĚM UPLATNĚNÍ EMAG. INDUKCE MŮŽE BÝT I V HODOB. PROSTĚDÍ LOKAL. HUSTOTA VOLNÝCH ϵ I VĚZ. NÁBOJŮ

VLASTNOSTI A VZÁJEMNÁ INDUKČNOST VODIČŮ:

\vec{B} JE LIN. FUNK. I

- ZMĚNA PROUDU → POUŽE ZMĚNA VELIKOSTI \vec{B} , SMĚRU A

- PLATÍ I PRO LÁTKOVĚ PROSTŘÍ, KDE JM. LEMÍ FUNKCI $\vec{B} \rightarrow \int \mu \vec{B} - \text{LINEÁRNÍ ZÁV}$

L U PARAM. + DIAM

- FEROMAG. NE → NELINEÁRNÍ

$$\psi = L \cdot I$$

L ... VLASTNÍ INDUKČNOST SMYČKY, KONSTANTNÁ ÚMĚRNOSTI

- S JE PLOCHA OHRANIČENÁ SMYČKOU S_I A ZDÁL. l

- PAK PLATÍ

$$L = \frac{\psi}{I}$$

- L ... NESEROM PRO SMYČKY, ALE I PRO VODIČE ČI JEHO ÚSEK

- PRO N -SMYČEK

$$\psi_{ik} = L_{ik} I_k$$

L_{ik} ... ZÁV. LA TVARU, VELIKOSTI, VZÁJEMNOSTI, VZÁJ. POLOZE A ORIENTACI SMYČEK

→ TĚDY

$$\psi_i = L_{ik} I_k$$

- KOEFICIENTY L_{kk} ... VLASTNÍ INDUKČNOST SMYČEK

* L_{ik} $i \neq k$ - VYJADŘUJE, JAK PROUD V k -TĚ SMYČCE PŘÍSPÍVÁ K MAG. TOKU i -TĚ SMYČKOU

* → STATICKÁ DEFINICE INDUKČNOSTI

→ VZÁJEMNÁ INDUKČNOST

-DYNAMICKÁ DEFINICE

$\mathcal{E}_F \vec{I}$

-SOUVISLOST MEZI IND. NAPĚTÍM V JEDN. SMYČKÁCH A ZMĚNAMI PROUDU

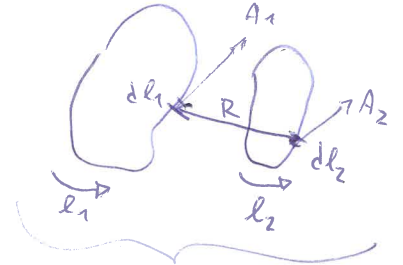
$$\mathcal{E}_F = - \frac{d\psi}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

PRO N

$$\mathcal{E}_{F,i} = - \frac{d\psi_i}{dt} = - \sum_{k=1}^N L_{ik} \frac{dI_k}{dt}$$

- VLASTNÍ INDUKČNOST VODIČE → VĚDY **KLADNÁ**
- VZÁJEMNÁ → +, -

OBECNĚ PLATÍ $L_{ik} = L_{ki}$



$$L_{12} = \frac{\psi_{12}}{I_2} \quad L_{21} = \frac{\psi_{21}}{I_1}$$

STAT. → VĚDY $\psi_i = L_{ii} I_i$
 DIN. = VĚDY $\mathcal{E} \sim I$

→ PRO $L_{12} = \frac{\mu_0}{4\pi} \iint_{l_1 l_2} \frac{dl_1 dl_2}{R}$

→ MEZÁVISLÉ NA POŘADÍ INDEXŮ

⇒ VĚTA O VZÁJEMNOSTI

JESTLIŽE PROUD I v k-tém OBVODU PŘÍSPÍVÁ K CELKOVÉMU MAG. TOKU i-tého OBVODU HODNOTOU ψ_{ik} , PAK STEJATĚ PROUD V i-tém OBVODU PŘÍSPÍVÁ STEJNOU HODNOTOU MAG. TOKU k-tého OBVODU.

-VZÁJEMNÁ INDUKČNÍ. → Henry (H)

$H = W/A = V \cdot s / A$