

- 1788r. Galvani przeprowadza badania z udami
zabini.
- 1800r. Volta buduje stos elektr. i wyjaśnia
zjawisko Galwaniego.
- 1801r. Risolson i Carlisk odkrywają elektrolit.
działalność prądu.
- 1813r. Dani wyrzkał łuk elektr. między węglami.
- 1820r. Ørstedt odkrywa działanie elektromagnet.
prądu. Amper ustala podstawy teoretyczne
elektromagnetyzmu.
- 1831r. Faraday odkrywa działanie indukcji
elektromagn.
- 1833r. Faraday ustala prawa elektrolizy. Gauss
i Weber opracowują układ absolutny miar.
- 1850r. Morse i Wheatstone unądrają zdalny dowiązku
telegraf.

1856 r. Siemens konstr. pierwszy i induktor

1860 r. Pacinatti konst. pierwszy transformator

1866 r. Planté buduje akumulator ołowiowy

1867 r. Siemens podaje zasady dynamometry

1868 r. Gramme konstr. pierwszy maszyny dynamo z twornikiem prądu stałego

1872 r. Helmholtz i Alteneck podaje konst. twornika prądu stałego

1875 r. Bell udaje się do wytworzenia telefonu

1876 r. Galvanokopie sporządza świeca elektryczna Edisona

1879 r. Siemens wyraża wzmiankę w książce o prądzie

1880 r. Edison buduje pierwszy rodzaj do wytworzenia prądu stałego

1881 r. Budowa pierwszej elektrowni w Ameryce (New York)

1881 r. Faure udaje się do budowy akumulatora (złoty postawiony)

1883 r. Powstanie pierwszej elektrowni w Europie (Mediolan)

1884 r. Odkrycie transformatora

1885 r. Ferraris udaje się do odkrycia prądu indukcyjnego

1892 r. Pierwsza transmisja sygnału na odległość (175 km) z Lauffen n. R. do Frankfurtu n. M.

1895 r. Marconi demonstruje pierwszy rodzaj do wytworzenia radiotelegrafu

1908 r. De Forest udaje się do budowy radiotelefonu

Elektryczność podaje polecający wpływ na energię elektryczną przy minimum kosztów...
dla...
dobrych materiałów...
sprawności...
i konserwacji

Siemistras elektryczna

Monogramy elektryczne

Urządzenia elektryczne (kolory, światło, telefony i inne)

Podstawy...
Podstawy...
Podstawy...

Elektryczność i magnetyzm

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

Praca...
Praca...
Praca...

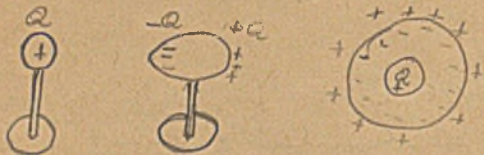
8.X.1947r.

Teoria Franklina. Przyjmuje on, że elektryczność jest fluidem, któregoś ma pewność. Istnieje elektryczność zbilansowana (coactua), i zerowana (uzema).

$$(+Q) + (-Q) = 0$$

Do 1879 Limes przyjął elektryczność jako płyn.

Doświadczenie z indukcją, czyli indukcyjną elektrycznością.



Przy oddaleniu nabój zanika.

W każdym ciele obłożonym elekt. znajduje się elektryczność w postaci dwojstej. Tylko mała część jej wydzieli się jako rodzaj elektryczności.

Elektryzowanie jest ujawnianie elektryczności np. ca powstają tarcie.

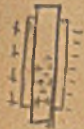
Powierze elektryzuje się przeciwnie. (z małki nabój ucieka przez rękę do ziemi).



Stan elektryczny jest stanem energetycznym. Wnoszenie indukccyjnej wytworzenia napięcia do 120000 volt.

W 1873 teoria atomistyczna.

Ośrodek się polaryzuje, więc możemy zbierać ładunki nabój.



Teoria Maxwell'a.

Opisuje pole elektryczne. Pole dróżka ma nabój.



Przyjmuje, że prąd nie jest parta, tylko przepływowa energia. Reakcja zjawiska może tylko pole elektryczne. Teoria teni upada.

Teoria elektronowa.

Powrót do substancjonalnego pojmowania elektryczności. Elektryczność jest nadcząstkowy cząstki przyrodziny natury zjawisk zwanych elektronami i pozytronami.

Akceptuje się, że atom nie jest niepodzielny.

Jego promień 10^{-8} cm. Elektron 10^{-10} cm.

Istnieje się z jądrami i elektronami.

Elektryzowanie ujawnia jest gromadzenie elektronów.

Nabój, utrzymuje się na powierzchni.

$$W = m \cdot c^2 \text{ energia}$$

Nabój wytwarza pole.

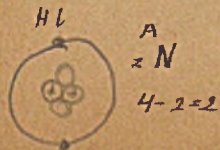
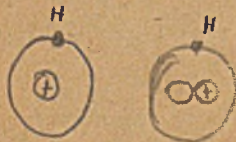
$$W = 1g \left(3 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}} \right)^2$$

$$W = 9 \cdot 10^{20} \text{ cm}^2 \text{ g sec}^{-2}$$

H = pierwiastek

$\frac{A}{Z}$ H = ilość protonów i elektronów.

z = liczba protonów



Wielkości fizyczne. (Pojęcia fizyczne)

dlugość, masa, czas, prędkość, przyspieszenie
 siła, praca, napięcie elektryczne, natężenie prądu, opór
 ohmowy i t.d.

3 kategorie określeń fizycznych

Wielkości fizyczne liczebne:

$l = 5 \quad m = 7 \quad t = 10 \quad a = 5 \cdot 3 \cdot 10^{10}$

określenie mnogociosowe $J = 5j$ $j = \text{jabłka}$ (zł)

\bar{b} = liczność zbiór przedmiotów

Mnogocioski zbioru nie liczności zbioru.

Cyfra jest symbolizacją pojęcia.

$l_1 = 127$ w centymetrach

$l_2 = 50$ w calach ang.

$l = 127 \text{ cm} = 50 \text{ cal ang.}$

Wielkości fizyczne wymiarowe:

$l, m, t, v, p, F, A, U, J, R$ i t.p.

$N = N \langle N \rangle$

$\langle N \rangle_{\text{cgs}} = \text{cm}^\alpha \text{g}^\beta \text{sec}^\delta$

$\langle T \rangle = \text{m}^\alpha \text{kg}^\beta \text{sek}^\delta$

$\langle T \rangle = \text{cm}^\alpha \text{sec}^\beta \text{C}^\delta \text{V}$

$F = 500$ wielkość fizyczna
_{cgs}

$F_{\text{cgs}} = 500 \text{ cm g sec}^{-2}$

Wielkości wymiarowe są to określenia pomiarowe
 w danym układzie dymensyjnym. (masa, czas, droga)

$P_0 = 980,655 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$

$F_{\text{cgs}} = 9806550$

$F_{\text{cgs}} = 9806550 \text{ cm g sec}^{-2}$

$F = 9806550 \text{ dyn}$

cm, g, sec są miarą
 którymś miarą.
 Potęga wyraża wielkość
 miary

$l, m, t, v, p, F, A, U, J, R$ i t.p. wielkości
 natych.

Wielkości fizyczne natych są to określenie
 jakościowe ilościowe tego co nazywamy masą, czasem, ...

Długość nie wolno mierzyć w cm, g, sec.

Jednostka wymiarowa ma znak katowe.

$\langle F \rangle_{\text{cgs}} = \text{m g sec}^{-2} \quad (F)_{\text{sec}} = \text{dyna}$

Siła w układzie
 technicznym $F = 10 \text{ kg}$

Stosunek siły układu
 technicznego do cgs.

$\frac{F_{\text{cgs}}}{F_{\text{T}}} = \frac{9806550 \text{ cm g sec}^{-2}}{10 \text{ kg}} = 980,655 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$

Układy dymensyjne są to w nauki w sposób najprostszym
 przepisy pomiarowe jedynki i tych samych twórców
 fizycznych o nazwach: długość, masa, czas, ...

$l_{\text{cgs}} = l_{\text{cgs}} \text{ cm}$

$l_{\text{astr}} = l_{\text{astr}} \text{ sec (astr)}$

Przykład jest to siła ciężkości odważnika
 kilogramowy masa 40 na poziomie morza gdzie
 przyspieszenie wynosi 9806550 cm sec wymiarowe

$$F = 9806550 \text{ dyn} = 10 \text{ Kpound}$$

Wielkość wyrażona słownie jest pomiar
wielkości fizycznej a nie jakości
jednostki metrycznej i jednostki wyrażonej jakoś.

1) $F_{\text{cgs}} = 500$ - wielkość bezwzględna
określenie nie jest jednoznaczne.

2) $F_{\text{cgs}} = 500 \text{ cm g sec}^{-2} = F' \text{ cal. fut godz}^{-2}$

$$F' = 500 \frac{\text{cm}}{\text{cal}} \frac{\text{g}}{\text{fut}} \left(\frac{\text{sec}}{\text{godz}} \right)^{-2} \text{ inwariant}$$

Wielkości wyrażone są inwariantami w odno-
szeniu do jednostek wyrażonych mierzonego systemu
pomiarowego.

Wielkości fiz. met. są inwariantami niezależnie
od wyboru jednostek fizycznych i systemu
dynamicznego.

Właściwość to dwojakość dynamiki.

Właściwość jest to przypisanie każdej jednostce przypisanego
kolejnego powrotu, pochodząca na 1 sec wyraża 1 cal.

$$v_{\text{cgs}} = 5$$

$$p_{\text{cgs}} = 981$$

wielkość bezwzględna

$$v_{\text{cgs}} = 5 \text{ cm sec}^{-1}$$

$$p_{\text{cgs}} = 981 \text{ cm sec}^{-2}$$

" - wyrażona

$$v = 5 \text{ cal}$$

$$p = 981 \text{ gal}$$

" - metryczna

$$F_{\text{cgs}} = F_{\text{cgs}} \text{ cm g sec}^{-2}$$

$$\text{dim } F = L \cdot M \cdot T^{-2}$$

Właściwość ma być wyrażona przez

$$\frac{Q_{ES}}{Q'_{ES}} = \left(\frac{l}{l'} \right)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{m}{m'} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{t}{t'} \right)^{-1}$$

Pracę jednostki metrycznej nie można zmierzyć
gdyż ma ona sprzeczność odwołania się

$$F_{\text{cgs}} = m \cdot p = \text{proporcjonalność}$$

$$F > \frac{F_{\text{cgs}} \cdot m \cdot p}{\text{proporcjonalność}} \quad F = k \cdot m \cdot p \quad k = \frac{F_{\text{cgs}}}{m \cdot p}$$



2 m^3 płaski

$$P_v = 2$$

$$k = \frac{F_{\text{cgs}}}{m \cdot p}$$

$2,8 \text{ t} - v$

$$P_v = 2 \text{ m}^3$$

$$P_m = 2,8$$

$$P_m = 2,8 \text{ t}$$

Właściwość wyrażona: metoda Einsteina

Pojęcia fizyczne.

długość, masa, czas, prędkość, przyspieszenie, siła.

Długość = odległość jednokierunkowa (wymiarowy współczynnik składowy)

Czas = jest to atrybut wszelkich zdarzeń.

Klasyfikacja pojęć można podzielić na nową.

Elektryczność jest to zjawisko przyrodnicze

Kaboj elektr. jest to pewna ilość ładunków skierowanych w jedną stronę nie ma pewnej powierzchni.

Matematyka jest potrzebna do ilościowego określenia pojęć fizycznych.

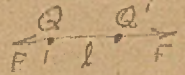
Liczby są to cechy zbiorów.

Wielkość liczbowa przedkości jest pochodzą z wielkości liczbowej długości wzgl. wielkości liczbowej czasu.

Wielkość liczbowa przyspieszenia jest pochodzą z wielkości liczbowej przedkości wzgl. wielkości liczbowej czasu.

Wielkość liczbowa siły jest iloczyn wielkości liczbowej masy i wielkości liczbowej przyspieszenia.

$$F = k \frac{Q Q'}{\epsilon \cdot l^2}$$



Prawo Coulomba. $Q = Q_1$ $K = 1$

$$Q = U F \quad \text{CGS - Gauss}$$

ϵ ośrodkowa = 1

Układ: cm, sek, coulomb, volt.

Opierając się na systemie Gauss możemy opisać wielkości fizyczne przy pomocy dwójki pomiarowego, zegara, i wagi.

$$l = l \text{ cm} \quad m = m g \quad t = t \text{ sek}$$

$$v = \frac{dl}{dt} = \frac{d \frac{l}{\text{cm}}}{d \frac{t}{\text{sek}}} = \frac{dl}{dt} \frac{1}{\text{cm sek}^{-1}}$$

$$v = v \text{ cm sek}^{-1} = \frac{dl}{dt}$$

$$v = \frac{dl}{dt} = \frac{d l \text{ cm}}{d t \text{ sek}} = \frac{dl}{dt} \text{ cm sek}^{-1} = v \text{ cm sek}^{-1}$$

$$v = v \text{ cm sek}^{-1} \quad \langle v \rangle_{\text{cos}} = v \text{ cm sek}^{-1}$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv \text{ cm sek}^{-1}}{d t \text{ sek}} = \frac{dv}{dt} \text{ cm sek}^{-2} = p \text{ cm sek}^{-2}$$

$$p = p \text{ cm sek}^{-2} \quad \langle p \rangle_{\text{cos}} = p \text{ cm sek}^{-2}$$

$$= \frac{d^2 l}{dt^2} = \frac{d^2 l \text{ cm}}{d t^2 \text{ sek}^2} = \frac{d^2 l}{dt^2} \text{ cm sek}^{-2} = p \text{ cm sek}^{-2}$$

$$F = m \cdot p = m g p \cdot \text{cm sek}^{-2} = m p \cdot \text{cm g sek}^{-2} = F \text{ cm g sek}^{-2}$$

$$F = F \text{ cm g sek}^{-2} \quad \langle F \rangle_{\text{cos}} = F \text{ cm g sek}^{-2}$$

$$A_{12} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{l} \text{ cm}^2 \text{ g sek}^{-2} = A \text{ cm}^2 \text{ g sek}^{-2}$$

$$A = A \text{ cm}^2 \text{ g sek}^{-2} \quad \langle A \rangle_{\text{cos}} = A \text{ cm}^2 \text{ g sek}^{-2}$$

$$M = r \cdot F \quad \vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} = \vec{r} \times \vec{F} \text{ cm}^2 \text{ g sek}^2$$

$$M = M \text{ cm}^2 \text{ g sek}^2 \quad \langle M \rangle_{\text{cos}} = M \text{ cm}^2 \text{ g sek}^2$$

$$A = F \cdot l$$

$$A = F \cdot l = F \text{ cm g sek}^{-2} \cdot l \text{ cm} = F \cdot l \text{ cm}^2 \text{ g sek}^{-2} = A \text{ cm}^2 \text{ g sek}^{-2}$$

$$\text{dim } A = L^2 M T^{-2}$$

$$\text{dim } M = L^2 M T^{-2}$$

Można to być tak wyrażony, aby zobaczyć zależność.

$$\frac{M}{M'} = \left(\frac{l}{l'}\right)^2 \frac{m}{m'} \left(\frac{t}{t'}\right)^2$$

Rezultaty pomiarów pracy i momentu mogą być różne.

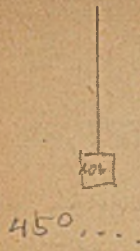
Erg jest to praca, którą wykonuje jedno dymano działające w kierunku drogi.

Vert jest to moment

$$A = 100 \text{ erg} \quad \text{erg} \neq \text{vert.}$$

$$M = 100 \text{ vert}$$

	Układ C.G.S. Gaussa	Układ techniczny
długość l	cm = $\frac{1}{100}$ m centymetr cm	m = 100 metr m
masa m	g = $\frac{1}{1000}$ kg gram g	kg = 9806,55 g kg kg m ³ sek ⁻³
czas t	sek sekunda sek	min sekunda sek
prędkość v	cm cm cm sek ⁻¹	km hektocel cm sek ⁻¹ <small>hekt=100</small>
pryspieszenie p	g gal cm sek ⁻²	kg hektogal km sek ⁻²
sila F	dyna dyna cm g sek ⁻²	kp kilopond kg
praca A	erg erg cm ² g sek ⁻²	(W) (kilopond-cm) 1000 m kg
moment M	vert vert cm g sek ⁻²	kg m kg



$$1). F_{005} = m_{005} \cdot p_{005} \quad p = 980,655 \text{ cm/sec}^2$$

$$m = 10000 \text{ g}$$

$$F = 980,655 \cdot 10000 = 9806550$$

$$2). F_{005} = m_{005} \cdot p_{005} = 9806550 \text{ dyn g sek}^{-2}$$

$$= 10000 \text{ g} \cdot 980,655 \text{ cm sek}^{-2} = 9806550 \text{ cm g sek}^{-2}$$

$$F = 9806550 \text{ dyn}$$

$$F = \frac{\text{dyn}}{\text{gram} \cdot \text{gal}} \text{ m} \cdot \text{p}$$

$$F = \frac{\text{dyn}}{\text{gram} \cdot \text{gal}} \cdot 10^3 \cdot 980,655 \text{ gal} = 9806550 \text{ dyn}$$

$$1). F_{005} = m_{005} \cdot p_{005} \quad p = 980,655 \text{ cm/sec}^2$$

$$F = \frac{10}{980655} \cdot 980655 = 10 \quad m = 10 \text{ kg}$$

$$2). F_T = m_T \cdot p_T$$

$$= \frac{10 \text{ kg}}{9,8065 \text{ m sek}^{-2}} = 9,80655 \text{ m sek}^{-2} \quad p_T = \frac{10 \text{ kg}}{9,8065 \text{ m sek}^{-2}}$$

$$F_T = 10 \text{ kg} \quad \frac{F_{005}}{F_T} = p_0$$

$$p_0 = 980,655$$

$$F = \frac{\text{dyn}}{\text{gram} \cdot \text{gal}} \cdot 10000 \text{ g} \cdot 980,655 \text{ gal} = 9806550 \text{ dyn}$$

$$F \cdot k \text{ m} \cdot \text{p} = k = \frac{F_0}{m \cdot p_0}$$

$$F = \frac{F_0}{m \cdot p_0} \cdot m \cdot p$$

$$k = \frac{F_0}{m \cdot p_0} = \frac{\text{dyn} \cdot \text{m}}{\text{gram} \cdot \text{gal}} = \frac{\text{kilopond}}{\text{hyl} \cdot \text{kgal}}$$

$$F = \frac{\text{dyn}}{\text{gram} \cdot \text{gal}} \cdot m \cdot p = \frac{\text{dyn}}{\text{hyl} \cdot \text{kgal}} \cdot \frac{10}{9,80655 \text{ hyl}} \cdot 9,8065$$

= 10 kg wynika z tego jest równy 1
ciężar

$$\text{hyl} = 980,655 \text{ grama}$$

14. X. 1947r.

$$\frac{F}{\text{dyna}} = F_{cgs} = \frac{F_{cgs}}{\text{cm g sek}^{-2}}$$

$$F_{cgs} = F_{cgs} \text{ cm g sek}^{-2}$$

$$F_{cgs} = 1 \text{ cm g sek}^{-2}$$

$$\frac{F}{(F)} = F = \frac{F}{\langle F \rangle}$$

$$\frac{N}{(N)} = N = \frac{N_x}{\langle N \rangle_x}$$

Pomiaranie jednostki metrycznej

$$\frac{F_{cgs}}{F_0} = \frac{F_{cgs}}{1 \text{ sek}^{-2} \text{ cm g}} = F_{cgs}$$

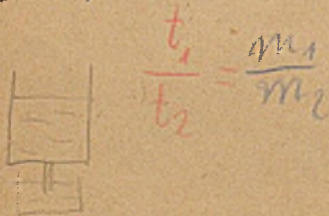
$$\frac{l}{\text{cm}} = l = \frac{l_{cgs}}{\text{cm}}$$

Pomiaranie masy

z pomocą w gramach przez pomiar objętości i ciężaru.

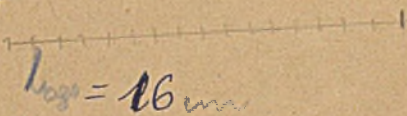


$$\frac{s}{s_0} = \frac{q}{q_0}$$



$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

Umieranie czasu przy pomocy masy.



teżauss wykażać, że jego układem miarą są: dyna, gram, sek. 1833r.

Elektrostatyka.

Potrzeba laska prądu, ga rezystki i odruca je. Należy elektryczny = pewna ilość elektryczności.

$$Q = Q(Q) \text{ symbol naboju.}$$

Każde równ. fizyczne nie będzie dowolnie dobrane jednostki, ale musi posiadać K współczynnika równoważnych.

$$F = k \cdot m \cdot p$$

dyna gram · gal

$$k = 1$$

$$F = m \cdot p$$

K = współcz. równoważny zależny od jednostek

$$N = k \frac{l}{t} \text{ cm} \text{ sek}^{-1}$$

cal

$$J_t = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t}$$

$$J_t = K_1 \frac{E}{R} e^{-K_2 \frac{R}{L}t}$$

K równowagi trzeba eksperymentalnie.

$$K_1 = 1,3578 \dots$$

$$K_2 = 75,625 \dots$$

Przez jednolity system pomiarowy uważa się współczynniki.

Układy dynamiczne są to naukowo uporządkowane odpowiednio przepisów pomiarowych wielkości fizycznych.

$$\alpha = 2$$

$$\alpha = 100$$

$$\alpha = 2$$

$$\alpha = 100$$

$$v = \frac{dl}{dt} = \frac{dl \text{ cm}}{dt \text{ sek}} = \frac{\text{cm}}{\text{sek}} \cdot \frac{dl}{dt} = v \text{ cm sek}^{-1}$$

$$p = \frac{d^2 l}{dt^2} = \frac{d^2 l \text{ cm}}{dt^2 \text{ sek}^2} = \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2} \cdot \frac{d^2 l}{dt^2} = p \text{ cm sek}^{-2}$$

elektroculomb EC

$$\dim EC = \text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-2}$$

$$[EC] = [\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-2}]$$

Jednostka natężenia natężenia w układzie cgs.

Elektroculomb jest to natężenie, które odpycha równy sobie natężenie z odległości 1 cm po linii sił 1 dyny

zależny od cm. sek i gr.

$$R^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$$

jest jednostką pochodną.

$$\frac{(Q)}{EC} = \left(\frac{\langle l \rangle}{\text{cm}} \right)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{\langle m \rangle}{\text{g}} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\langle t \rangle}{\text{sek}} \right)^{-1}$$

$$(Q) = EC R^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$$

Elektroculomb ma natężenie, które daje rezultat pomiarowy wyskazy według przepisów CGS. $\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-2}$

$$Q_{\text{cgs}} = l_{\text{cgs}} \sqrt{F_{\text{cgs}}}$$

$$Q = Q(Q)$$

$$\begin{matrix} \text{O} & \text{O} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{matrix}$$



$$l_{\text{cgs}} = l_{\text{cm}}$$

$$F = M_{\text{cgs}} \cdot p_{\text{cgs}}$$

$$F = F_{\text{cm}} \text{g sek}^{-2}$$

$$Q_{\text{ES}} = l_{\text{cm}} \sqrt{F_{\text{cm}} \text{g sek}^{-2}} = (l \sqrt{F})_{\text{cm}}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$$

$$Q \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$$

Jest i ponownie wyprowadzić jako rezultat pomiarowy $\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$ to wynika, że natężenie wynosi 1 coulomb.

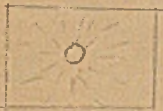
Elektroculomb jest jednostką pochodną walecindy od gr. cm. i sek

$$R^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1} \text{ - wersja}$$

22. X. 1947r.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{l^2} \quad F = k \frac{Q_1 Q_2}{\epsilon l^2}$$

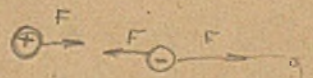
Według Faradaya nabój działa, jako pole elektrostacyjne



Działanie interakcyjne, im gęstsze linie pola.

Wskół robi istniejące pole charakteryzując się siłami sprężyni do danej linii zależnie od gęstości pola, cęta indukcyjne lub influencyjne.

Łecha n. 3.: cęta energetyczna

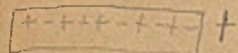


By odsumować nabój trzeba wziąć pracę.

$$A_{12} = \int F \cdot dl \cos \alpha$$

Energia związana z pracą magazynowaną w polu elektrostatycznym. Przy poroście naboju pole wykonuje pracę przy podnoszeniu ciężarów.

Chłodzi na płytach pochodzą z aparatury materii. Wydolowanie tych naboju narzuca się indukcja lub influencja lub dielektryka metal w polu rosteje zpolaryzowane



Po wyłączeniu z pola rosteje na spolonizowanym dielektryku remanent. Polaryzacja z crosen ramki

Pole elektrostatyczne może pochłoniąć, wydać i przemienić energię.

Pole ma cędy i dalsze.

Prędkość naboju jest w elektrostatyce nie możliwa.

Pole elektr. jest to przestrzeń w której ujawniają się drędołone elektrostatyczne.

Cęta dynamiczna: \vec{K} = natężenie pola, wektor.

- " - indukcyjna: \vec{D} = indukcja

- " - energetyczna: \vec{G}_w = gęstość energii w danym punkcie.

V potencjał

Charakter ciętości.

$$\gamma_k = \frac{F}{+q} = \frac{F}{+q} = \frac{F}{+q}$$

Stwierdzenie siły do nabójki daje natężenie. (widoczność liczbowa).

$$\gamma_k = \frac{F}{+q}$$

$$\gamma_k = k \frac{F}{+q}$$

Q_0 = nabój próbny.

$$K = k \frac{F}{Q}$$

$$k = \frac{K_0 Q_0}{F_0} = \text{const}$$

$$\frac{kP \cdot C}{\text{newton}} = \frac{NZ}{\text{newton}} = \frac{P \cdot C}{\text{newton}} = k = \frac{K_0 Q_0}{F_0} = \frac{ES}{\text{dyna}} \frac{EH}{\text{dyna}} \frac{L}{\text{dyna}} = \frac{EP \cdot EC}{\text{dyna}} = \frac{HP \cdot HC}{\text{dyna}} = \frac{LP \cdot LC}{\text{dyna}}$$

EP. Jednostka natężenia w układzie Gaussa.

Elektropistylej jest to takie natężenie pola phtyż na nabój $phtyż = 1 \text{ EC}$ dręda siła dręda = siła 1 dyny

MP magneto pintelej firt to silor wiktorej na MC dwala silog byz
 LP - - - - - LC - - - - -
 P - - - - - C - - - - -
 KP - - - - - C - - - - -

$$EP = CMP = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} LP = \frac{C}{10} P = \frac{C}{108} KP$$

$$EC = \frac{1}{c} MC = \sqrt{4\pi} LC = \frac{10}{c} C$$

dyna = 10^{-7} newton
 dyna = 10^{-5} knewton

$$k = \frac{EP \cdot EC}{dyn} = \frac{1}{CM} = \frac{CMP \cdot \frac{1}{c} MC}{dyn} = \frac{1}{\sqrt{4\pi} LP \sqrt{4\pi} LC} = \frac{(V \cdot A \cdot \text{sek})}{10^8 P \cdot \frac{10}{c} C} = \frac{c}{10^8 P \cdot \frac{10}{c} C} = \frac{c}{10^8 KP \cdot \frac{10}{c} C} = \frac{c}{10^7 \text{ newton}} = \frac{c}{10^5 \text{ knewton}}$$

$$k = k \frac{F}{Q} \quad k = 1$$

- dim EP = $cm^{-\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$; $\langle K \rangle_{ES} = cm^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$
- " - MP = $cm^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-2}$; $\langle K \rangle_{EM} = cm^{-\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-2}$
- " - LP = $cm^{-\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$; $\langle K \rangle_L = cm^{-\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$
- " - P = $V cm^{-1}$; $\langle K \rangle_{PZ} = V cm^{-1}$
- " - P = $V cm^{-1}$; $\langle K \rangle_{NZ} = V cm^{-1}$
- " - KP = $m^{-1} \text{sek}^{-1} Wb$; $\langle K \rangle_K = m^{-1} \text{sek}^{-1} Wb$

$$K = k \frac{F}{Q} = \frac{F}{Q} \quad k=1$$

$$K_{ES} = \left(\frac{cm^{-\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1} \cdot cm^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}}{cm \cdot g \text{sek}^{-2}} \right) \frac{F_{ES}}{Q_{ES}} = \frac{F_{ES}}{Q_{ES}}$$

$$K_{EM} = \left(\frac{cm^{-\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-2} \cdot cm^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-2}}{cm \cdot g \text{sek}^{-2}} \right) \frac{F_{EM}}{Q_{EM}} = \frac{F_{EM}}{Q_{EM}}$$

$$K_L = \left(\frac{cm^{-\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1} \cdot cm^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}}{cm \cdot g \text{sek}^{-2}} \right) \frac{F_L}{Q_L} = \frac{F_L}{Q_L}$$

$$K_{PZ} = \left(\frac{V cm^{-1} \cdot A \text{sek}}{V A cm^{-1} \text{sek}} \right) \frac{F_{PZ}}{Q_{PZ}} = \frac{F_{PZ}}{Q_{PZ}}$$

$$K_{NZ} = \left(\frac{V cm^{-1} \cdot C}{V \cdot C cm^{-1}} \right) \frac{F_{NZ}}{Q_{NZ}} = \frac{F_{NZ}}{Q_{NZ}}$$

$$K_K = \left(\frac{m^{-1} \text{sek}^{-1} Wb \cdot C}{Wb C m^{-1} \text{sek}^{-1}} \right) \frac{F_K}{Q_K} = \frac{F_K}{Q_K}$$

$$K_{ES} = \frac{F_{ES}}{Q_{ES}} ; K_{EM} = \frac{F_{EM}}{Q_{EM}} \quad K_L = \frac{F_L}{Q_L}$$

$$K_{PZ} = \frac{F_{PZ}}{Q_{PZ}} \quad K_K = \frac{F_K}{Q_K}$$

21. X. 1947r.

l, m, t, v, p, F, A, Q
 l, m, t, v, p, F, A, Q
 l, m, t, v, p, F, A, Q

wyższe kursywa
 tłusta - " -
 - " - antykwaa

$$F = k \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon \cdot l^2} \quad k = \frac{F \cdot l_0^2}{Q_0^2} \epsilon_0$$

$$F = \frac{F_0 l_0^2}{Q_0^2} \epsilon_0 \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon \cdot l^2}$$

$$\frac{F}{F_0} = \frac{F}{F_0}$$

$$\frac{F}{F_0} = \frac{Q}{Q_0} \frac{Q'}{Q_0} \left(\frac{l}{l_0}\right)^{-2} \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_0}\right)^{-1}$$

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{Q}{Q_0}$$

$$\frac{F}{F_0} = \frac{Q}{Q_0} \frac{Q'}{Q_0} \left(\frac{l}{l_0}\right)^{-2} \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_0}\right)^{-2}$$

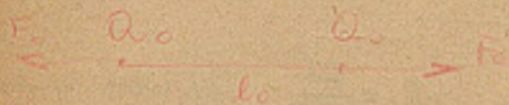
$$\frac{l}{l_0} = \frac{l}{l_0}$$

$$F = \left(\frac{F_0 l_0^2 \epsilon_0}{Q_0^2}\right) \frac{Q Q'}{\epsilon l^2}$$

$$\frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

$$\epsilon = \epsilon \epsilon_0$$

$$\epsilon = \epsilon \epsilon_0$$



Wzrost elektrostatiszmy. ES

$$F = \left(\frac{\text{dyna cm}^2}{E C^2}\right) \frac{Q Q'}{\epsilon \cdot l^2}$$

$$Q = 1 \text{ EC}$$

$$F_0 = 1 \text{ dyna}$$

$$l_0 = 1 \text{ cm}$$

$$F_{\text{ES}} = \frac{\text{cm g sec}^{-2} \text{ cm}^2}{(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1})^2} \epsilon_0^{\text{ES}} \frac{Q_{\text{ES}} Q'_{\text{ES}}}{\epsilon^{\text{ES}} l_0^2} \quad \epsilon_0^{\text{ES}} = 1$$

$$F_{\text{ES}} = \frac{Q_{\text{ES}} \cdot Q'_{\text{ES}}}{\epsilon^{\text{ES}} \cdot l^2}$$

$$\epsilon^{\text{ES}} = \epsilon \epsilon_0^{\text{ES}} = \epsilon \frac{1}{\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}}$$

$$F_{\text{ES}} = \frac{Q_{\text{ES}} \cdot Q_{\text{ES}}}{\epsilon \cdot l^2}$$

$$Q_{\text{ES}} = Q_{\text{ES}} \text{ cm g sec}$$

$F = \frac{c \text{ dyna} \cdot \text{cm}^2}{MC^2} = \frac{\text{Wład elektromagnetyczny}}{\epsilon_0 \frac{Q \cdot Q'}{r^2}}$ EM Maxwell'a.

wróć natężyć nie słabo
ładnej emisji w ładny
układzie.

$MC = C \cdot EC$ magnetokulomb

$C = \frac{c}{\text{cm/sec}} \approx 3 \cdot 10^{10}$
 $EC = \frac{1}{C} MC$

$F_{cgs} = \frac{Q_{EM} \cdot Q'_{EM}}{\epsilon_{EM} \cdot l^2}$

$F_{cgs} = \frac{\text{cm} \cdot \text{g} \cdot \text{sek}^{-2} \cdot \text{cm}^2}{(\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-\frac{1}{2}})^2 \cdot \frac{1}{C^2}} \epsilon_0^{EM} \frac{Q_{EM} \cdot Q'_{EM}}{\epsilon_{EM} \cdot l^2}$

$\epsilon_0^{ES} = \frac{1}{C^2}$

$F_{cgs} = F_{cgs} \text{ cm} \cdot \text{g} \cdot \text{sek}^{-2}$
 $Q_{EM} = Q_{EM} \text{ cm}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}}$
 $C = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/sek}$

$\epsilon_{EM} = \epsilon \epsilon_0^{CEM} = \epsilon \cdot \frac{1}{C^2}$

$F_{cgs} = \frac{Q_{EM} \cdot Q'_{EM}}{\epsilon_{EM} \cdot l^2} \quad \epsilon_{EM} = \epsilon \frac{1}{C^2}$

Wład Lorentz'a

$F = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{LC^2 \cdot 4\pi} \epsilon_0 \frac{Q \cdot Q'}{r^2}$

$LC = \frac{EC}{\sqrt{4\pi}} = \text{lorentz kulomb}$

$F_{cgs} = \frac{(\text{cm} \cdot \text{g} \cdot \text{sek}^{-2} \cdot \text{cm}^2 \cdot \epsilon_0) \cdot Q_1 \cdot Q_2}{(\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-\frac{1}{2}})^2 \cdot 4\pi} \epsilon_L \cdot l^2$

$EC = LC \sqrt{4\pi}$

$F_{cgs} = \frac{1}{4\pi} \frac{Q_L \cdot Q'_L}{\epsilon_L \cdot l^2}$

$\epsilon_L = \epsilon \epsilon_0^{ES} = \epsilon$
 $\epsilon_0^{ES} = \epsilon_0^{ES} = 1$
 $Q_L = Q_L \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}$

||| $Q_L = 5 \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}$
 $Q_{ES} = 5 \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}$
 $\frac{Q_L}{Q_{ES}} = \sqrt{4\pi}$

$Q_{ES} = 5 \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}$
 $Q_L = 5\sqrt{4\pi} \text{ cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}$
 $\text{dim } EC = \text{dim } LC$

wład volt-ampier-cm-sek. wład amperhantki

$F = \left(\frac{\text{newton} \cdot \text{cm}^2}{4\pi \cdot C^2 \cdot \frac{10^9}{C^2 \cdot 4\pi}} \epsilon_0 \right) \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon \cdot l^2}$
 $F_{PZ} = \frac{V \cdot A \cdot \text{cm} \cdot \text{sek} \cdot \text{cm}^2}{4\pi \cdot A^2 \cdot \text{sek}^2 \cdot \frac{10^9}{4\pi C^2}} \frac{Q_{PZ} \cdot Q'_{PZ}}{\epsilon_{PZ} \cdot l^2}$

$C = \frac{1}{10} MC$
 $C = \frac{C}{10} EC$
 $EC = \frac{10}{C} C$

$F_{PZ} = \frac{1}{4\pi} \frac{Q_{PZ} \cdot Q'_{PZ}}{\epsilon_{PZ} \cdot l^2}$

newton = 10^7 dyn
 dyn = 10^{-7} newton

$\epsilon_{PZ} = \epsilon \epsilon_0^{PZ}$
 $\epsilon_0^{PZ} = \frac{10^9}{4\pi \cdot C^2} V^{-1} \cdot A \cdot \text{cm} \cdot \text{sek}$

$PZ =$ wład praktyczny -
znormalizowany.

Wład międzynarodowy z normalizowany
 $MZ \quad \text{cm} \cdot \text{sek} \cdot C \cdot \text{Volt}$

$F = \frac{\text{newton} \cdot \text{cm}^2}{4\pi \cdot C^2 \cdot \frac{10^9}{4\pi C^2}} \epsilon_0 \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon \cdot l^2}$
 $F_{MZ} = \frac{V \cdot C \cdot \text{cm} \cdot \text{cm}^2}{4\pi \cdot C^2 \cdot \frac{10^9}{4\pi C^2}} \epsilon_0^{MZ} \frac{Q_{MZ} \cdot Q'_{MZ}}{\epsilon^{MZ} \cdot l^2}$

$F_{MZ} = \frac{1}{4\pi} \frac{Q_{MZ} \cdot Q'_{MZ}}{\epsilon^{MZ} \cdot l^2}$

$\epsilon_{MZ} = \epsilon \epsilon_0^{EM}$
 $\epsilon_0^{MZ} = \frac{10^9}{4\pi C^2} V^{-1} \cdot C \cdot \text{sek}^{-1}$

$F_{MZ} = \frac{Q_{MZ} \cdot Q'_{MZ}}{4\pi \epsilon_{MZ} \cdot l^2}$

$\frac{Q_{ES}}{Q_{EM}} = C$

Układ Kalantarova.

metr, sek, coulomb, weber.

$$F = \left(\frac{\text{kalant. newton} \cdot \text{m}^2}{4\pi \cdot \frac{10^{11}}{c^2 \cdot 4\pi}} \cdot \epsilon_0 \right) \frac{Q_1 Q_2}{\epsilon \cdot l^2} \quad \text{kalantaronewton} = 10^5 \text{ dyn.}$$

$$m^2 = 10^4 \text{ cm}^2$$

$$c^2 = \frac{m^2}{10^4}$$

$$F_K = \left(\frac{C \cdot W_k \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{m}^2}{4\pi \cdot c^2 \cdot \frac{10^{11}}{4\pi c^2}} \cdot \epsilon^K \right) \frac{Q_K \cdot Q_K}{\epsilon_K \cdot l_K^2} \quad \epsilon_K = \epsilon \epsilon_0^K$$

$$\epsilon_0^K = \frac{10^{11}}{4\pi} \cdot C \cdot W_k^{-1} \cdot m^{-1} \cdot \text{sek}$$

$$F_K = \frac{1}{4\pi} \frac{Q_K \cdot Q_K'}{\epsilon_K \cdot l_K^2} \quad \epsilon \quad \text{Weber} = \text{jednostka masy magnetycznej.}$$

Wzór ogólny we wszystkich układach

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{\epsilon \cdot l^2}$$

$$k = \frac{F_0 \cdot l_0^2 \cdot \epsilon_0}{Q_0^2} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{\text{m}^2 \cdot \epsilon_0} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{\text{m}^2 \cdot \frac{L^2}{LC^2 \cdot 4\pi}} = \frac{L^2}{LC^2 \cdot 4\pi} \epsilon_0 =$$

$$= \frac{\text{newton} \cdot \text{cm}^2}{4\pi c^2 \cdot \frac{10^9}{4\pi c^2}} \epsilon_0 = \frac{\text{newton} \cdot \text{cm}^2}{4\pi c^2} \epsilon_0 = \frac{\text{Kalnewton} \cdot \text{m}^2}{4\pi c^2 \cdot \frac{10^{11}}{4\pi c^2}} = \text{Constant}$$

newton = 10^2 dyn
 Coulomb = $3 \cdot 10^9$ ES
 Kilonewton = 10^5 dyn

$\text{dim} k = [D]$ wymiar ten sam.

Zmiany jednostek nie mają wpływu na k .

$$F = m \cdot p$$

$$F_{\text{dyna}} = m \cdot g \cdot p \quad \frac{\text{dyna}}{\text{gram} \cdot \text{gal}}$$

$$F = m \cdot p \quad \frac{\text{dyna}}{\text{gram} \cdot \text{gal}}$$

$$F_T = m_T \cdot p_T$$

$$F_{Tkp} = m_T \cdot \frac{h_{yl} p_T \cdot h_{gal} \cdot k_p}{h_{yl} \cdot h_{gal}}$$

$$k = \frac{\text{dyna}}{\text{gram} \cdot \text{gal}} = \frac{k_p}{h_{yl} \cdot h_{gal}}$$

Jednostka masy jest elektrodynam.

CGS - Gaussa ES.

wzór naturalny $F = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{\epsilon c^2 \cdot l^2} \epsilon_0 \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon l^2}$

wzór rozbieżny $F = \frac{Q_{ES} \cdot Q'_{ES}}{\epsilon \cdot l^2}$

wzór liczbony $F_{\text{cap}} = \frac{Q_{ES} \cdot Q'_{ES}}{\epsilon \cdot l_{\text{cap}}^2}$

$$\epsilon_{ES} = \epsilon \epsilon_0^{ES}$$

$$\epsilon_{ES} = \epsilon$$

$$\epsilon_0^{ES} = 1$$

naturalny

$$F_x = \frac{Q_x \cdot Q'_x}{\epsilon_x \cdot l_x^2}$$

rozbieżny

$$F = k \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon \cdot l^2} \quad k = \text{const}$$

Wzór naturalny wery dla wszystkich układów.

$$F = k \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon \cdot l^2} \quad k = \text{const}$$

$$F = k \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon \cdot l^2} \quad k = 1$$

$$F = k \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon \cdot l^2} \quad k = 1 \quad k = \frac{1}{4\pi}$$

$$F_{\text{cap}} = \frac{Q_{ES} \cdot Q'_{ES}}{\epsilon_{ES} \cdot l^2}$$

$$F_{\text{cap}} \text{ cm g sek}^{-2} = \frac{Q_{ES} (\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{sek}^{\frac{1}{2}})}{\epsilon_{ES} \cdot (l \text{ cm})^2} \cdot \frac{\text{cm} \cdot \text{sec}^{-2}}{\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{sek}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sec}^{-1}}$$

$$F_{\text{cap}} = \frac{Q_{ES} \cdot Q'_{ES}}{\epsilon_{ES} \cdot l^2}$$

$$F_{\text{cap}} \text{ dyn} = \frac{Q_{ES} \cdot Q'_{ES}}{\epsilon \cdot (l \text{ cm})^2} \cdot \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2} \epsilon_0$$

$$F_{xz} = \frac{Q_{xz} \cdot Q'_{xz}}{4\pi \epsilon_{xz} \cdot l_{xz}^2}$$

$$\epsilon_{xz} = \epsilon \epsilon_0^{xz}$$

$$F_{EM} = \frac{Q_{EM} \cdot Q'_{EM}}{\epsilon_{EM} \cdot l_{EM}^2}$$

liczbony n.

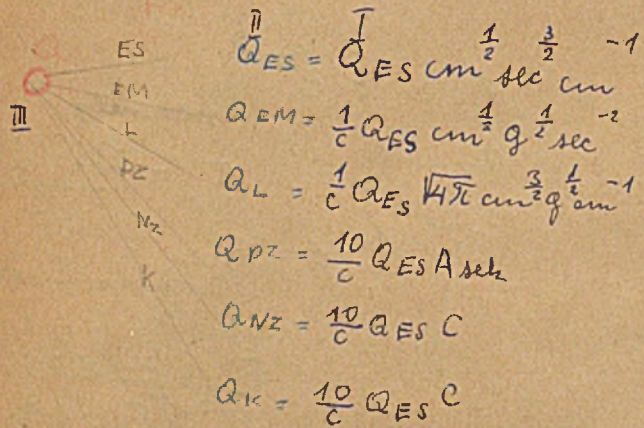
$$F_x = \frac{Q_x \cdot Q'_x}{\epsilon_x \cdot l_x^2}, \text{ zr.}$$

$$F_{xz} = \frac{Q_{xz} \cdot Q'_{xz}}{4\pi \epsilon_{xz} \cdot l_{xz}^2}$$

23. X. 1947r.

Pomiary.

$K_1 = \frac{K \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = \text{const.}$



$K = \frac{K_1 \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = \frac{EP \cdot EC}{\text{dyn}} = \frac{MP \cdot MC}{\text{dyn}} = \frac{LP \cdot LC}{\text{dyn}} = \frac{P \cdot C}{\text{newton}} = \frac{NZ \cdot C}{\text{newton}} = \frac{K \cdot C}{\text{Knewton}} = \text{const. (gauss)}$

MP przystaj jest to MC 1 dyn
 LP LC 1 dyn
 P C 1 newton
 KP C 1 Knewton
 newton = 10^7 dyn

$EP = c \cdot MP = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} LP = \frac{c}{10^8} P = \frac{c}{10^6} KP$

$EC = \frac{1}{c} MC = \sqrt{4\pi} LC = \frac{10}{c} C$

dyna = 10^{-7} newton = 10^{-5} kilogramowa newtonowa

patrz 2 w polady weter.

Przebieg pomiarowe.

wzory liczbowe.

- ES; $F_{ES} = \frac{Q_{ES} \cdot Q'_{ES}}{\epsilon \cdot l_{ES}^2}$
- EM; $F_{EM} = \frac{Q_{EM} \cdot Q'_{EM}}{\epsilon \cdot \epsilon_0^{EM} \cdot l_{EM}^2}$; $\epsilon_0^{EM} = \frac{1}{c^2}$; $\epsilon = \text{stała dielektryczna.}$
- L; $F_{L} = \frac{Q_L \cdot Q'_L}{4\pi\epsilon \cdot l_{L}^2}$
- PZ; $F_{PZ} = \frac{Q_{PZ} \cdot Q'_{PZ}}{4\pi\epsilon \cdot \epsilon_0^{PZ} \cdot l_{PZ}^2}$; $\epsilon_0^{PZ} = \frac{10^9}{4\pi c^2}$
- NZ; $F_{NZ} = \frac{Q_{NZ} \cdot Q'_{NZ}}{4\pi\epsilon \cdot \epsilon_0^{NZ} \cdot l_{NZ}^2}$; $\epsilon_0^{NZ} = \frac{10^9}{4\pi c^2}$
- K; $F_K = \frac{Q_K \cdot Q'_K}{4\pi\epsilon \cdot \epsilon_0^K \cdot l_K^2}$; $\epsilon_0^K = \frac{10^{11}}{4\pi c^2}$

Wzory wymiarowe.

- ES $F_{ES} = \frac{Q_{ES} \cdot Q'_{ES}}{\epsilon_{ES} \cdot l_{ES}^2}$; $\epsilon_{ES} = \epsilon \epsilon_0^{ES}$; $\epsilon_0^{ES} = 1$
- EM $F_{EM} = \frac{Q_{EM} \cdot Q'_{EM}}{\epsilon_{EM} \cdot l_{EM}^2}$; $\epsilon_{EM} = \epsilon \epsilon_0^{EM}$; $\epsilon_0^{EM} = \frac{1}{c^2}$
- L $F_{L} = \frac{Q_L \cdot Q'_L}{4\pi\epsilon_L \cdot l_{L}^2}$; $\epsilon_L = \epsilon \epsilon_0^L$; $\epsilon_0^L = 1$
- PZ $F_{PZ} = \frac{Q_{PZ} \cdot Q'_{PZ}}{4\pi\epsilon_{PZ} \cdot l_{PZ}^2}$; $\epsilon_{PZ} = \epsilon \epsilon_0^{PZ}$; $\epsilon_0^{PZ} = \frac{10^9}{4\pi c^2} \text{ V}^{-1} \text{ A cm}^{-1} \text{ sec}$
- NZ $F_{NZ} = \frac{Q_{NZ} \cdot Q'_{NZ}}{\epsilon_{NZ} \cdot l_{NZ}^2}$; $\epsilon_{NZ} = \epsilon \epsilon_0^{NZ}$; $\epsilon_0^{NZ} = \frac{10^9}{4\pi c^2} \text{ V}^{-1} \text{ C cm}^{-1}$
- K $F_K = \frac{Q_K \cdot Q'_K}{\epsilon_K \cdot l_K^2}$; $\epsilon_K = \epsilon \epsilon_0^K$; $\epsilon_0^K = \frac{10^{11}}{4\pi c^2} \text{ m}^{-1} \text{ sek Wb}^{-1} \text{ C}$

Wzór rachubowy.

$F = \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon \cdot l^2}$; $K = \frac{F_0 \cdot l_0^2}{Q_0^2} \cdot \epsilon_0$
 $\epsilon_0 = \frac{1}{c^2}$; $\epsilon_0^{PZ} = \frac{10^9}{4\pi c^2}$; $\epsilon_0^{NZ} = \frac{10^9}{4\pi c^2}$; $\epsilon_0^K = \frac{10^{11}}{4\pi c^2}$

Indukcja.

$D = k \frac{dQ}{ds}$ (liniowo)

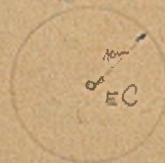
$D = k \frac{dQ}{ds}$ K eliminuje to równanie aby po lewej i po prawej stronie rotacji linie.

$\frac{D}{D_0} = \frac{d \frac{Q}{s}}{d \frac{Q}{s_0}}$

Fundamentalny wzór indukcji elektrostatycznej:

$D = k \frac{dQ}{ds}$

$k = \frac{D_0 \cdot s_0}{Q_0} = \frac{4\pi \text{cm}^2 \cdot \text{EFr}}{EC}$



$4\pi \text{cm}^2 = D_0$ 4π linii

$D_0 = \text{EFr} = \text{elektrofranklin}$

$\text{EFr} = \frac{1}{c} \text{MFr} = \frac{1}{4\pi} \text{LFr} = \frac{10}{4\pi c} \text{pFr} = \frac{10^5}{4\pi c} \text{kFr}$

$EC = \frac{1}{c} MC = \frac{10}{c} C = \sqrt{4\pi} LC$

$= 4\pi \frac{\text{MFr} \cdot \text{cm}^2}{MC} = \frac{\text{LFr} \cdot \text{cm}^2}{LC} = \frac{\text{pFr} \cdot \text{cm}^2}{C} = \frac{\text{kFr} \cdot \text{m}^2}{C}$

$\text{EFr} =$ taka indukcja pola elektr. stat., przy której ma 1cm^2 indukcje się $\frac{1}{4\pi} \text{EFr}$

$\text{MFr} = \dots \dots \dots \frac{1}{4\pi} \text{MC}$

$\text{LFr} = \dots \dots \dots LC$

$\text{pFr} = \dots \dots \dots 1C$

$\text{kFr} = \dots \dots \dots 1 \text{m}^2 \dots \dots 1C$

$D = k \frac{dD}{ds}$ układy naturalne są tak wprowadzone
aby $k = 4\pi$

układ racjonalizowane $k = 1$

$D_{ES} = 4\pi \left(\frac{\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{cm}^2}{\text{cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sec}^{-1}} \right) \cdot \frac{dQ_{ES}}{ds_{\text{cgs}}} = 4\pi \frac{dQ_{ES}}{ds_{\text{cgs}}}$

$D_{ES} = 4\pi \frac{dQ_{ES}}{ds_{\text{cgs}}}$

$D_{ES} = 4\pi \frac{dQ_{ES}}{ds_{\text{cgs}}}$

$D_{EM} = 4\pi \frac{\text{cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{cm}^2}{\text{cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{g}^{\frac{1}{2}}} \cdot \frac{dQ_{EM}}{ds_{\text{cgs}}} = 4\pi \frac{dQ_{EM}}{ds_{\text{cgs}}}$

naturalny

racjonalizowany.

$D_x = 4\pi \frac{dQ_x}{ds_x}$

$D_{xz} = \frac{dQ_{xz}}{ds_{xz}}$

$D = 4\pi \frac{dQ}{ds}$

28. X. 1947n

$$v = k \frac{dl}{dt} \quad k=1$$

$$p = k \frac{d^2}{dt^2} \quad k=1$$

$$F = k \cdot m \cdot p \quad k=1$$

$$A = k \int F \cdot dt \quad k=1$$

$$v = \frac{dl}{dt}$$

$$v \langle l \rangle \langle t \rangle^{-1} = \frac{dl}{dt} \langle t \rangle^{-1}$$

$$p \langle l \rangle \langle t \rangle^{-2} = \frac{dv}{dt} \langle l \rangle \langle t \rangle^{-1}$$

$$F \langle l \rangle \langle m \rangle \langle t \rangle^{-2} = m \langle m \rangle \cdot p \langle l \rangle \langle t \rangle^{-2}$$

$$A \langle m \rangle \langle l \rangle^2 \langle t \rangle^{-2} = \int F \langle l \rangle \langle m \rangle \langle t \rangle^{-2} dl \langle t \rangle$$

$$\langle F \rangle = \langle l \rangle \langle m \rangle \langle t \rangle^{-2}$$

$$\langle F \rangle = \frac{\langle a \rangle^2}{\langle l \rangle^2}$$

$$\langle a \rangle = \langle l \rangle^{\frac{3}{2}} \langle m \rangle^{\frac{1}{2}} \langle t \rangle^{-2}$$

dla masy magnetyzowanej.

$$F \langle l \rangle = \frac{m \langle m \rangle \cdot m' \langle m \rangle}{\mu \cdot l^2 \langle l \rangle^2}$$

$$\langle F \rangle = \langle l \rangle \langle m \rangle \langle t \rangle^{-2}$$

$$\langle F \rangle = \frac{\langle m \rangle^2}{\langle l \rangle^2}$$

$$\langle m \rangle = \langle l \rangle^{\frac{3}{2}} \langle m \rangle^{\frac{1}{2}} \langle t \rangle^{-1}$$

$$F \langle F \rangle = \frac{a \cdot a'}{l^2}$$



m obg
op

atom elektryczny i magnetyczny rozporozajemy metody
przyrodniczej.

$$Q_{ES} = Q_{ES} \langle Q \rangle_{ES}$$

$$Q_{ES} = Q_{ES} EC$$

$$Q = Q_{ES} \frac{EC}{\langle Q \rangle_{ES}}$$

$$Q_{ES} = Q \frac{\langle Q_{ES} \rangle}{EC}$$

$$F_{cgs} = m_{cgs} P_{cgs}$$

$$F_{cgs} = F \frac{cm \cdot sec^{-2}}{g}$$

$$m_{cgs} = m \frac{gram}{g}$$

$$P_{cgs} = P \frac{cm \cdot sec^{-2}}{g}$$

$$F = \left(\frac{dyne}{g} \right) m \cdot p$$

30. X. 1947n

$$Q_1 ES = 5 cm^{\frac{3}{2}} g^{\frac{1}{2}} sec^{-1}$$

$$Q_2 ES = 7 cm^{\frac{3}{2}} g^{\frac{1}{2}} sec^{-1}$$

$$Q_3 ES = 600 cm^{\frac{3}{2}} g^{\frac{1}{2}} sec^{-1}$$

$$Q_1 = 5 EC \quad ; \quad Q = 5$$

$$Q_2 = 7 EC \quad ; \quad Q = 7$$

$$Q_3 = 600 EC \quad ; \quad Q = 600$$

$$ES \quad F_{cgs} = \frac{Q_{ES} \cdot Q'_{ES}}{\epsilon \cdot \epsilon_0^{ES} \cdot l_{cgs}^2}$$

$$\epsilon_0^{ES} = 1$$

$$EM \quad F_{cgs} = \frac{Q_{EM} \cdot Q'_{ES}}{\epsilon \cdot \epsilon_0^{EM} \cdot l_{cgs}^2}$$

$$\epsilon_0^{EM} = \frac{1}{c^2}$$

$$L \quad F_L = \frac{Q_L \cdot Q'_L}{4\pi c \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0^L \cdot l_{cgs}^2}$$

$$\epsilon_0^L = 1$$

$\frac{PZ}{N}$
(cm, sek CV)

$$F_{PZ} = \frac{Q_{PZ} \cdot Q'_{PZ}}{4\pi c \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0^{PZ} \cdot l_{cgs}^2}$$

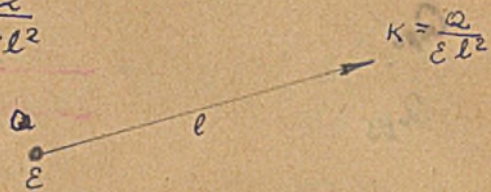
$$\epsilon_0^{PZ} = \frac{10^9}{4\pi c^2}$$

$K = \frac{F}{q}$ wzór definiujący

$$D = 4\pi \frac{dQ}{ds}$$

$$K = \frac{F}{q} = \frac{Q}{\epsilon \cdot l^2}$$

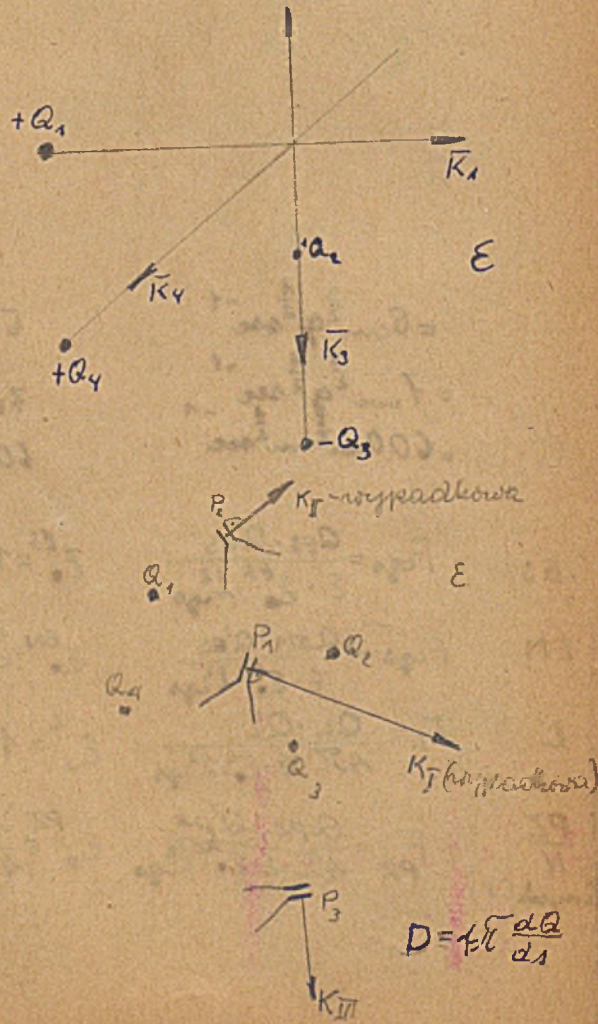
$$K = \frac{1}{\epsilon} \sum \frac{q_i}{l_i^2}$$



$$D = 4\pi \frac{Q}{s} = 4\pi \frac{Q}{4\pi r^2} = \frac{Q}{r^2}$$

$$D = \frac{Q}{l^2} \text{ (indukcja)}$$

$$K = \frac{1}{\epsilon} \frac{Q}{l^2}$$



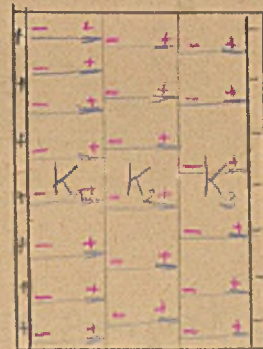
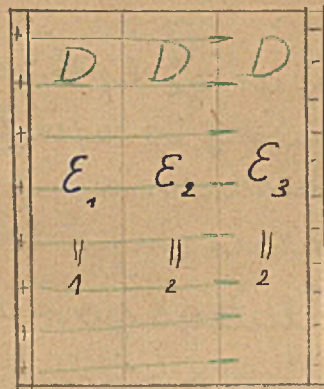
W ośrodkach jednorodnych i izotropowych istnieje wzór:
Indukcja D jest E razy większa od K, czyli K jest E razy mniejsze od D.

$$D = \epsilon K \quad K = \frac{D}{\epsilon}$$

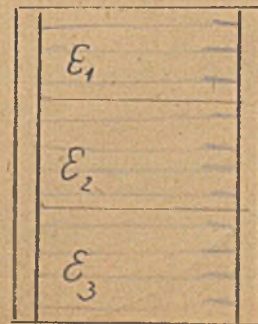
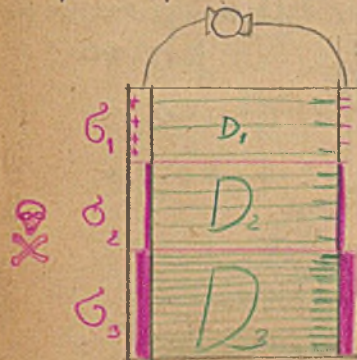
$$D = \sum \frac{q_i}{l^2}$$

Linie indukcji nie zależą od ϵ
Linie indukcji mają ciągłość przechodząc przez dielektryk

$$K_1 = \frac{D}{\epsilon_1} \quad K_2 = \frac{D}{\epsilon_2} \quad K_3 = \frac{D}{\epsilon_3}$$



Należy w każdej warstwie ten sam, indukcja w każdym ośrodku ta sama, natężenie różne w zależności od ϵ .
Im większe ϵ , tym mniejsze K.
Dielektryk zostaje spolaryzowany i tworzą się naładowania wprost przeciwnie skierowane o działaniach dynamicznych.



Charakterystyka cech indukcyjnych.

W próżni K i D padają na siebie.

W D_1 pewna gęstość linii.

W D_2 większa - - - - -

Kabój nie może się przesunąć bo linie go trzymają.



Kabój drugi będzie cawre mniejszy, bo część linii rozprzeczona się w przeciwnym kierunku.

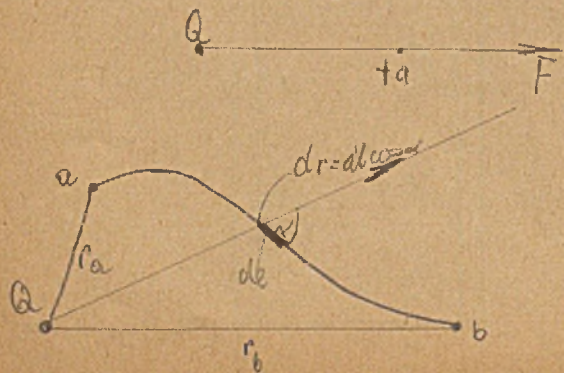
Kabój (1) trzyma nałój (2) dlatego go nie puści.

Oni mogą odplynieć nałój do ziemi.

Kabój jest utrzymywany liniami.

Potencjał.

Jeżeli na nałój q działa siła F , i przez przesunięcie tego nałój będzie wykonana praca.



$$dA = F dl \cos \alpha$$

$$A_{ab} = \int_a^b F dl \cos \alpha$$

$$\frac{A_{ab}}{q} = \int_a^b K dl \cos \alpha$$

Potencjał, napięcie.

Jest to całka liniowa materii pola elektrostatycznego wzdłuż określonego toru z punktu do punktu.

$$U_{ab} = \int_a^b K dl \cos \alpha$$

$$U_{ab} = \int_a^b K dl$$

U = napięcie.

Dla wszelkich elektrostatycznych.

$$A_{ab} = U_{ab} \cdot q$$

$$U_{ab} = \int_a^b K dl \cos \alpha = \int_a^b \frac{q}{\epsilon r^2} dr = \frac{q}{\epsilon r_a} - \frac{q}{\epsilon r_b}$$

Napięcie od a do b :

$$U_{ab} = V_a - V_b$$

Napięcie elektryczne, które decyduje jest dla pracy transportu nałój.

Napięcie elektrostatyczne pola elektrostatycznego zależy tylko od potencjału punktu początkowego i końcowego toru a nie zależy od drogi przenoszenia nałój, czyli zależy od różnicy potencjałów.

Pole elektrostatyczne jest polem zachowawczym.

$$\int_a^b K dl + \int_b^a K dl = 0$$

Całka okrężna pola elektrostatycznego jest równa zero pod warunkiem toru zamkniętym.

$$\oint K dl = 0$$



$$\oint K dl = 0$$

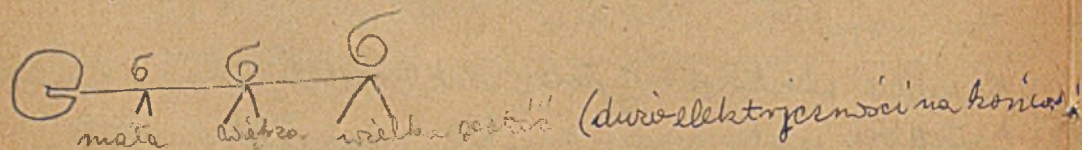
$$\oint \vec{K} \cdot d\vec{l} = U_{ab} + U_{bc} + U_{cd} + U_{da} = 0$$

$$\sum U = 0$$



Suma napięć w zamkniętym kole = 0

Ten sam sposób przy elektryzowaniu przewodnika.
Porównując temp. z potencjałem.
Temperaturę odczytujemy termometrem,
potencjał elektrometrem.



Jeżeli elektrometr wzienny, a skala woltach, to pokazuje potencjał wzgl. ziemi. Czyli różnicę potencjałów przewodnika i ziemi.

Elektrometr połączony do przewodnika naelektryzowanego połączony z ziemią.

Try powody połączenia z ziemią.

1. przez połączenie z ziemią ma się ziemią jako odniesienie.
2. odprowadzenie ładunku influencyjnego.
3. Aby odprowadzić wszelkie ładunki znajdujące się przypadkowo.

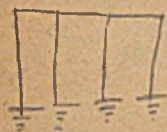
Potencjał ziemi $\sim -500\,000\,000\text{ V}$.

Różnicujemy:

- I. Bezpośredni potencjał. (pt. ziemi.)
- II. Względny - " - (np. na elektrometrze).

Przypatrywać bieżący potencjał względny.

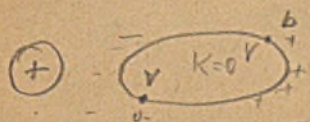
Yak chowanie się od działani elektrycznych pod otoczą kabela siatki, która jest dobrze wziemiona



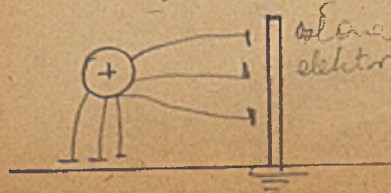
elektropowroci rozprzeczona się rozprzecz

człoj influencyjny powstaje tylko na powierzchni przewodnika. Nie wnika do wnętrza przewodnika.

W stanie statycznym natężenie pola elektrycznego w przewodniku równo jest równo zero. Właściwość na powierzchni tego przewodnika różnica potencjałów jest równo zero. Wewn. i zewn. przewodnik



Potencjał każdego przewodnika w stanie statycznym jest ten sam.

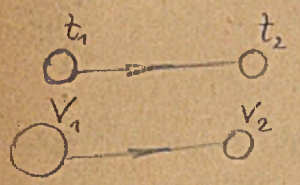


Osłona elektryczna. Siatka metalowa wziemiona.

Pojemność elektryczna: większej kuli jest większa od kuli mniejszej.

$$C = \frac{Q}{V} \text{ Pojemności elektryczna}$$

| Stosunek ładunku do potencjału.



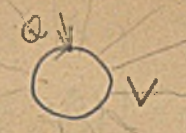
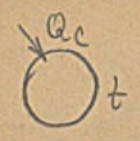
Wyrównany potencjałów istnieje kład aż do wyrównania potencjałów

Potencjał znajduje przez przewoźnik, który ma przewodzących izolatorów.

$$W = \frac{1}{2} V \cdot Q \quad E \text{ elektro}$$

Ładunek jest formą energii, elektryczność nie jest.

481. 1947r.



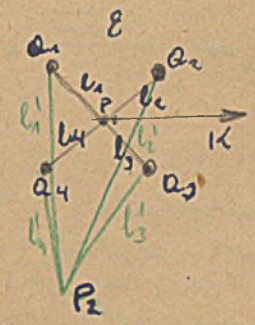
$$D = \epsilon K$$

w kątach

$$\bar{D} = \bar{E}' K$$

$$V = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{Q}{l}$$

$$K = \frac{1}{\epsilon} \frac{Q}{l^2}$$



$$K_{P_1} = \frac{1}{\epsilon} \sum \frac{Q_i}{l_i^2}$$

$$V_{P_1} = \frac{1}{\epsilon} \sum \frac{Q_i}{l_i}$$

$$K_{P_2} = \frac{1}{\epsilon} \sum \frac{Q_i}{l_i^2}$$

$$V_{P_2} = \frac{1}{\epsilon} \sum \frac{Q_i}{l_i}$$

Praca przy transportie ładunku.

$$A = q(V_{P_1} - V_{P_2})$$

$$\frac{A_{12}}{q} = V_{P_1} - V_{P_2} = U_{12} \rightarrow$$

Różnica potencjałów jest to praca na jednostkę ładunku.

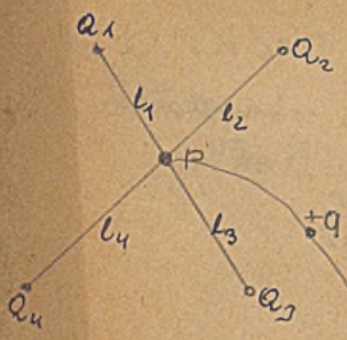
$$dA = Kq dl \cos \alpha$$

$$\frac{dA}{q} = K dl \cos \alpha$$

$$\frac{A_{12}}{q} = \int_1^2 K dl \cos \alpha = V_{P_1} - V_{P_2} = U_{12}$$

$$U_{1\infty} \rightarrow = \int_1^{\infty} K dl \cos \alpha = V_{P_1} \text{ bo } V_{P_2=0}$$

U_{12} = napięcie od 1 do 2



$$V_p = \frac{1}{p} \sum \frac{q_i}{l_i}$$

zmiennie!!!

$$V_p = \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{q_1}{l_1} + \frac{q_2}{l_2} + \frac{q_3}{l_3} + \frac{q_4}{l_4} \right)$$

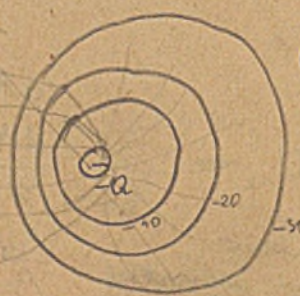
$$V_p = \int_0^{\infty} K dl \cos \alpha$$

$$\lim_{p \rightarrow \infty} \frac{A_{p \infty}}{+q} = V_p$$

całkowicie zależy od umiarkowania toru dla pola elektrostatycznego



$$V_p = \int_0^{\infty} K dl \cos \alpha$$



Wzrosty promienia nie robiło

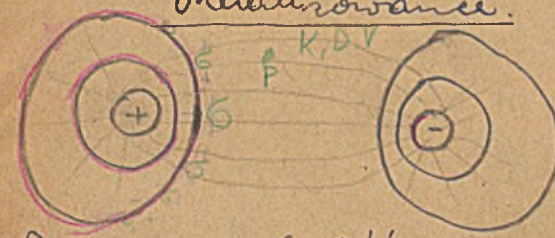
$$V_p = \int_0^{\infty} K dl \cos \alpha$$

pow. equipotencjalna jest to pow. geometr. której współstnie punkty są polu elektr. mając ten sam potencjał.
 Zreka wynikać punkt gdzie potencjał jest 0.

$$\oplus \oplus = \oplus \oplus$$

$$\oplus \ominus = \frac{1}{4} \oplus \oplus$$

Metelizowanie.



Powierzchnie ekwipotenc. mogą skłonić do rozkładu ładunku na pow. ekwipotencjalnej

Podlegają: rozkład nie zależy od kształtu powierzchni. pozostały ładunek wpływa na pole między słotym. Przy em metalizowaniu ładunek nie zmienia się.

Gęstość jest zmienna.

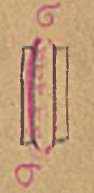
$$D = 4\pi \frac{dQ}{ds} = 4\pi \sigma \quad \sigma = \frac{D}{4\pi}$$

$$dQ = \frac{1}{4\pi} D ds$$

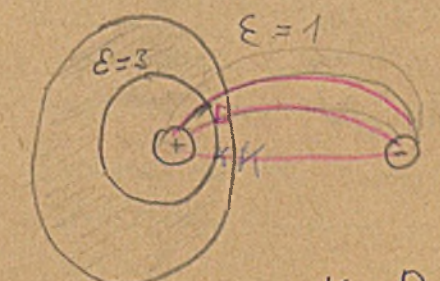
Gdy znamy D, to znamy σ

$$\sigma = \frac{Dp}{4\pi}$$

$$D_{\text{pow. prawok.}} = 4\pi \sigma_{\text{pow. p.}}$$



Pole między słotym skupiamy w środku. Jeżeli między kompari jest metal to pole się nie zmienia



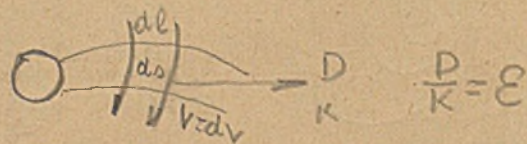
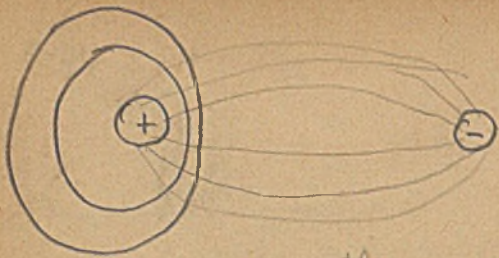
Yk istnieje D nie zmienia się. Jeżeli między skupiamy jest równa, ale i.t.d. to D się nie zmienia a K maleje.



U nie wolno dielektryku maleje (wzrostnie maleje). Wzrostnie jest ϵ roz. mniejsze niż dielektryk aniżeli w pustych przestrzeni.

$$K = \frac{D}{\epsilon}$$

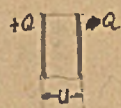
$$\epsilon \geq 1$$



$$d_s \cdot dl = dV$$

Rozpatrujemy jako kondensator.

$$W = \frac{1}{2} U Q$$



J_{ES} potenc. w Cgs EV elektro-volt
 elektro-volt jest to potencjał w odległości 1cm
 od nałoju 1 EC. w próżni. $\epsilon_0 = 1$
 linia no dowej torze

Potencjał w punkcie jest całka od punktu pola ϵ_0

dzię. $\overbrace{ES}^{ES} \quad \overbrace{EM}^{EM}$

$$V = \frac{1}{300} \text{EV} = 10^8 \text{MV}$$

$$\text{MV} = 10^{-8} \text{V}$$

$$\text{LV} = \sqrt{4\pi} \text{EV}$$

$$W = \frac{1}{2} U Q$$

$$V - (V - dV) = dV$$

$$dQ = \sigma ds$$

$$dW = \frac{1}{2} dV \sigma ds$$

$K =$ natężenie pola

$$K = \frac{E}{+9}$$

$$K = \frac{F}{9}$$

$$D = \frac{q a Q}{d s}$$

$V =$ potencjał: praca w polu.

$\sigma_w =$ gęstość energii

Energia koncentruje się przy nałojach, a dalej od nałojów typowa energia.

Związek między

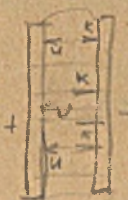
$$K = - \frac{dV}{dl}$$

$$dV = K dl$$

$$V = \int K dl$$

$$dV = K dl$$

$$K = - \frac{dV}{dl}$$



$$dW = \frac{1}{2} K dl \frac{Q}{\epsilon r} ds \quad V = \frac{1}{\epsilon r} \frac{Q}{r}$$

$$dW = \frac{1}{8\pi} D \cdot K dl \quad K_r = - \frac{dV}{dl} = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{Q}{r^2}$$

$$\sigma_w = \frac{1}{8\pi} \frac{DK}{\epsilon \epsilon_0}$$

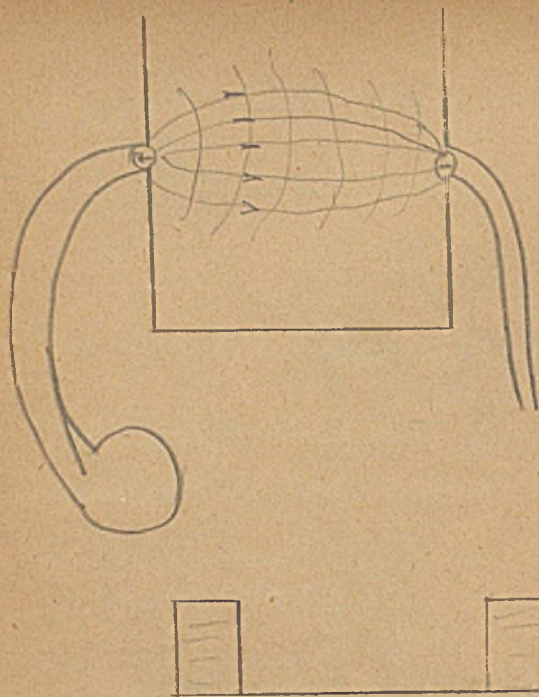
$$D = 4\pi \sigma$$

w ergach cm^{-3}
 gęstość energii

Energia ta znajduje się w polu elektrycznym.

Dla pól zmiennych (elektromagnetycznych) praca

$$\oint K dl \text{ nie odnosi się: gdyż } \oint K dl \text{ musi } = \frac{d\phi}{dt}$$

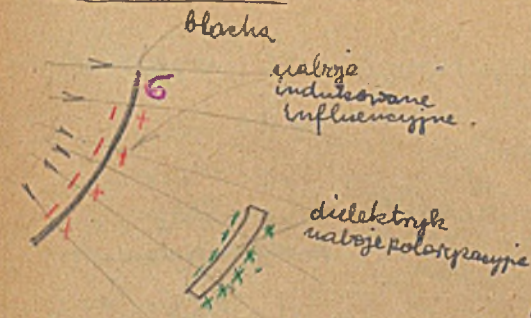


W polu elektrostatycznym
jedna linia nie
może być linią
zamkniętą.

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0$$

w elektrostatyce
nie ma linii nie
zamkniętych i nie
konieczności.

Polaryzacja



$$D = 4\pi \frac{dQ}{ds}$$

Dielektryk się
polaryzuje.
Ładunki na
grzybkach.

$$dQ = \frac{D ds}{4\pi}$$

Wstawiamy dielektryk (domit, siarka,
szkło).
Na ściankach małozje polaryzującej
wewnątrz dielektryka także spolaryzowały



Polaryzacja jest zjawiskiem
kierunkowym

+ Zjawisko zjawiskiem
płaszczyznowym. -
Ładunki starają się
wzwożyć słabsze pole.
D ma wektory (natężenia
i indukcji.)

$$K = \frac{U}{S} = \frac{dU}{dl}; \quad U = K \cdot l$$

Przy polu jednostajnym będziemy.
Jeżeli napięcie jest stałe, czy natężenie pola takie same
co w próżni i w dielektryku wprowadzamy $K = \text{constans}$.
Jeżeli jednakowe to próżni i w dielektryku gdy stałe
jest źródło. Gdyby nie było stałego źródła.
to napięcie by spadało, gdyż K byłoby ϵ razy mniejsze
 $K \rightarrow D$ w próżni.

W dielektryku K niestwierdzone
ale D jest ϵ razy większe.

$$\frac{D}{K} = \epsilon \quad \frac{D_0}{K} = \epsilon_0$$

6. XI. 1947r.

$$\epsilon = \epsilon \Delta$$

$$Q = Q_0 + Q_p$$

$$Q_p = Q_p$$

$$\Delta_x = \Delta_x \{ \Delta \}_x$$

$$\epsilon^x = \epsilon \epsilon_0^x$$

$$\epsilon = \epsilon \Delta$$

$$Q_p = Q \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

$$\sigma_p = \sigma \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

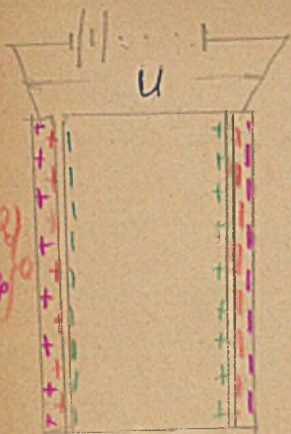
$$D = 4\pi \sigma$$

$$D_p = 4\pi \sigma_p$$

$$\sigma_p = P$$

$$P = \frac{dMe}{dV}$$

$$P = \sigma_p \frac{d\sigma \lambda}{d\sigma \lambda} = \frac{dQ_p \lambda}{dV} = \frac{dMe}{dV}$$



$$\epsilon_0^{\text{caux}} = 1$$

$$\epsilon_0^{\text{pz}} = \frac{10^9}{4\pi c^2}$$

$$F = \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon \cdot l^2}$$

$$Q = \epsilon^{\frac{1}{2}} \cdot l \sqrt{F}$$

$$\epsilon_0 \text{ dla protoni} = 1$$

$$Q = l \sqrt{F}$$

$$\epsilon = \epsilon \epsilon_0$$

$$C = \frac{\epsilon \Delta}{4\pi}$$

$$Q_0 = U \cdot C_0$$

$$Q = U C_d$$

$$C_d = C_0 \epsilon$$

$$F = k \cdot m \cdot p \quad | \quad k = \frac{F_0}{m \cdot p_0} = \text{const}$$

$$k = \frac{\text{dyna}}{\text{gram gal}} = \frac{\text{hly gal}}{\text{hly gal}} = \dots$$

$$m \cdot p = 10^4 \text{ g} \cdot P_{\text{est}} \cdot \text{gal} = m_T \text{ hly} \cdot p_T \text{ hgal}$$

$$F = \frac{F}{k} = m \cdot p$$

$$\text{hly} = 9810 \text{ gr}$$

$$F = m \cdot p = 10^4 \text{ g} \cdot 981 \text{ gal} = 10 \cdot \frac{1}{9810} \text{ hly} \cdot 9,81 \text{ hly}$$

$$= 9810000 \text{ g gal} = 981 \text{ hly} \cdot \text{hgal} = 9810000 \text{ dyn}$$

$$\epsilon = 1 + 4\pi \alpha$$

$$\epsilon = \epsilon_0 (1 + 4\pi \alpha) \quad \epsilon_0 = \frac{1}{c^2}$$

$$\epsilon_0 = \epsilon_0 \{ \epsilon_0 \}$$

$$\epsilon = \epsilon \epsilon_0$$

$$\epsilon = \epsilon_0 (1 + 4\pi \alpha)$$

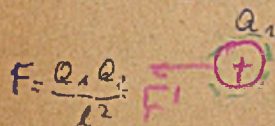
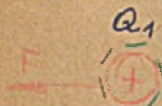
$$\epsilon_0 + 4\pi \alpha \epsilon_0$$

$$\epsilon = \epsilon_0 + 4\pi \alpha \epsilon_0$$

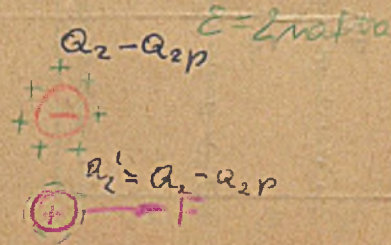
$$\alpha = \frac{P}{k}$$

$$\epsilon_0 = \epsilon_0 \frac{E F_n}{E P} = \epsilon_0 \frac{E H}{M P} = \frac{M F_n}{M P}$$

$$= \epsilon_0 \frac{P_z F_n}{P_z P} = \frac{1 E F_n}{E P} = \frac{1}{c^2} \frac{M F_n}{M P} = \frac{10^9 P F_n}{4\pi c^2 P P}$$



$$F = \frac{q_1 q_2}{l^2}$$



Przy zmiaraniu kulki w niefie powstał na niej rodzaj polaryzacji adwity.

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{l^2} = \frac{Q \cdot Q'}{l^2} = \frac{Q \cdot (Q_2 - Q_2 \frac{\epsilon-1}{\epsilon})}{l^2} = \frac{Q_1 Q_2 (1 - \frac{\epsilon-1}{\epsilon})}{l^2} = \frac{Q_1 Q_2}{\epsilon l^2}$$

Wolga w dielektryku $Q' = Q_2 - Q_p$.

Przyjęte są siły σ i σ_p

Energy między, do dielektryku się polaryzuje.



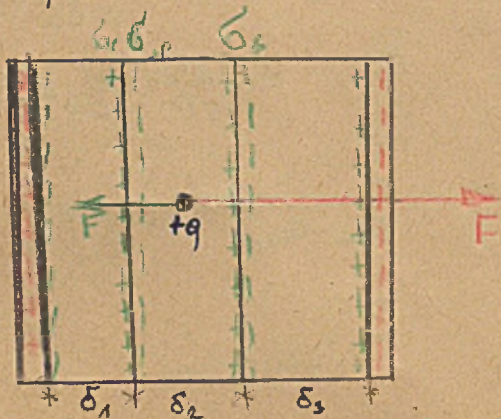
$$\sigma_{1p} = \sigma \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} \quad \sigma_p = \sigma \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

$$\sigma_{2p} = \sigma \frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2}$$

$$\sigma_{3p} = \sigma \frac{\epsilon_3 - 1}{\epsilon_3}$$

$$K_1 = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_0}$$

$$K_2 = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_0}$$



$$F = F - F_p$$

$$K_2 = \frac{F}{q}$$

$$\epsilon_1 = \epsilon_2 = \epsilon_3 = \epsilon$$

$$U = K \cdot \delta$$

$$U_1 = K_1 \delta_1$$

$$U_2 = K_2 \delta_2$$

$$U_3 = K_3 \delta_3$$

$$K_1 = \frac{D}{\epsilon_1} S$$

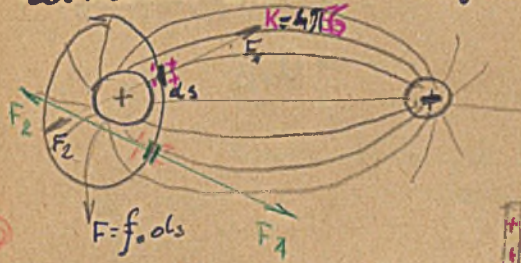
$$K_2 = \frac{D}{\epsilon_2} S$$

$$K_3 = \frac{D}{\epsilon_3} S$$

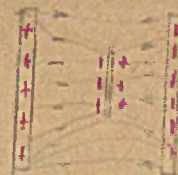
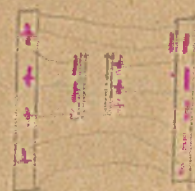
$$D = 4\pi \frac{dQ}{d\sigma}$$

Dielektryki mające większą i mniejszą wytrzymałość. Umieszczenie powietrza w dielektryku.

Linie elektrostatyczne.



$$f = 2\pi \sigma^2$$



$$dF = K \cdot \delta \sigma s$$

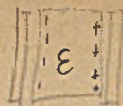
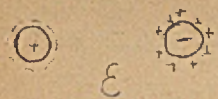
Uzdrowienie na linii, nie ma działania dynamicznego.

$$F = 2\pi \sigma^2 \cdot s$$

Linia przyciąga siebie.

$$F = \frac{2\pi Q^2}{s} \text{ dyn}$$

11. XI. 1947r.



$D \rightarrow Q \rightarrow \psi$
na przewodniku

$K \rightarrow (Q, -Q)$
małej rozory.

$\rightarrow Q_p \quad \psi_p \cdot P.$

$$\psi_0 = \int_1 \bar{D} d\bar{s}$$

$$\psi_k = \int_0 \bar{K} d\bar{s}$$

$$\psi_p = \int \bar{P} d\bar{s}$$

$$\psi = \int \bar{w} \cdot d\bar{s}$$

dyna $W = W \cdot \bar{w}$ dyna = wektor fizyczny
sily = jest to wektor utw. c wekt. met sily

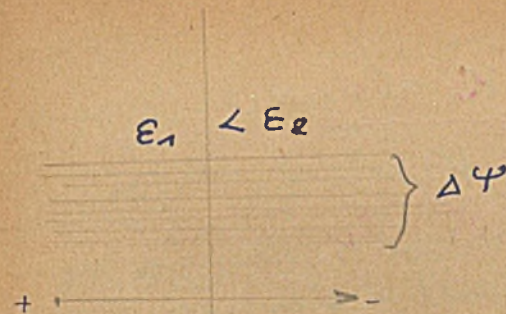
$F = \bar{F} dyn$ = wektor fizyczny

wektor pow s jest to powierzchnia s razy wektor jedn. wekt. pow.

$$U = \int \bar{K} d\bar{l}$$

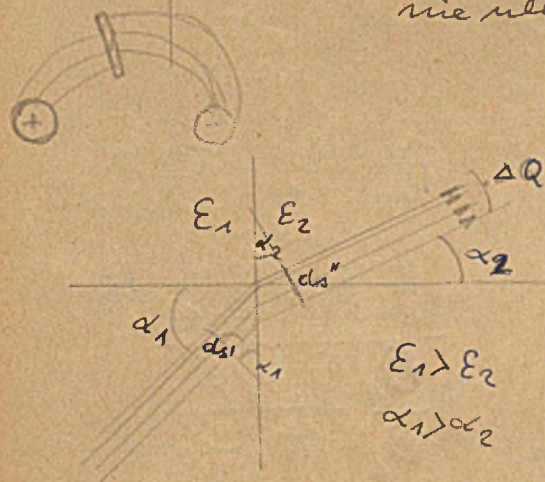
$$\bar{l} = l \bar{w}$$

\bar{w} = wektor jedn. wekt. pow.



Wiązka elektryczności (linie indukcyjne) nie ulegają zmianie.

linie ulegają w dielektryku zakłamaniu, nie ulegają one przerwie



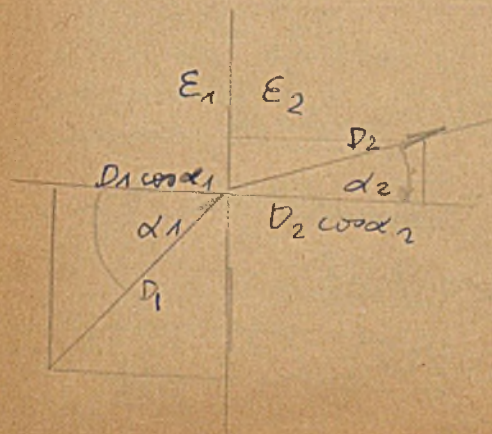
$$d\bar{s} = ds \cos \alpha_1$$

$$d\bar{s}'' = ds \cos \alpha_2$$

$$d\psi = D_1 \cdot ds \cos \alpha_1 =$$

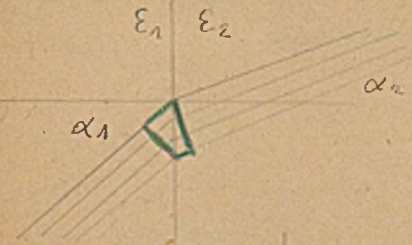
$$= D_2 \cdot ds \cos \alpha_2$$

$$D_1 \cos \alpha_1 = D_2 \cos \alpha_2$$



zakłamanie wiązki, in wiązka E danego dielektryka

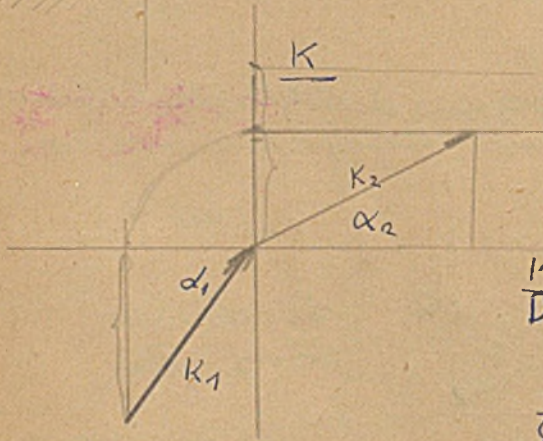
$$\oint \vec{K} \cdot d\vec{l} = 0$$



$$K_1 \sin \alpha_1 = K_2 \sin \alpha_2$$

$$K_1 \sin \alpha_1 = K_2 \sin \alpha_2$$

wektor K zachowuje się według sinusoida.



$$\frac{K_1 \sin \alpha_1}{D_1 \cos \alpha_1} = \frac{K_2 \sin \alpha_2}{D_2 \cos \alpha_2}$$

$$\frac{1}{\epsilon_1} \tan \alpha_1 = \frac{1}{\epsilon_2} \tan \alpha_2$$

$$\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{\tan \alpha_1}{\tan \alpha_2}$$

Wielkie linie elektryczne muszą rozchodzić prostopadle z przewodnika. Jeśli układ jest statycznie, rozkład na składowo, stopień w elektrostatyce następować nie może. Statyczny stan jest to bez ruchu.

Ułóż dielektryczną wierzynę mierząc kondensator.

Dielektryczna powołała; zmiana materiału i zachowanie linii.

1) zmniejszenie ϵ oraz r

$$F_2 = \frac{F}{\epsilon}$$

2). prowadzi zmniejszając

3). powiększenie pojemności C kondensatora.

$$C_d = \epsilon \cdot C_0$$

$$\epsilon = \frac{F_0}{F_d} = \frac{C_d}{C_0} = \frac{D \cdot \text{konst}}{K \cdot \dots}$$

dywizyjne obrotów stałej dielektrycznej

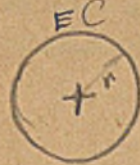
indukcyjne przesłone ϵ .

Pojemność elektryczna.



$$r = 1 \text{ cm}$$

$$V = \frac{Q}{r}$$



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

$$C = \frac{C_0 \epsilon_0 Q}{Q_0 V}$$

Pojemność jest ujemnie proporcjonalna do odległości, a dodatnio proporcjonalna do powierzchni.

$$C = \frac{Q}{U_{A \rightarrow \infty}}$$

$$U_{A \rightarrow \infty} = V_A - V_{\infty}$$

$$V_B = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

Wzrostka pojemności Farad

Elektryczna jest to pojemność kuli o promieniu 1 cm w próżni

$$\epsilon_r = 9 \cdot 10^{11} \text{ EF}$$

któremu

Jeden farad ma przesłone, który do doposażenia woltu jedynego kulki to jego potencjał wynosi 1 volt.

$$K = \frac{EF \cdot \epsilon V}{\epsilon C} \cdot \frac{F \cdot V}{\text{Coul}} = \text{constans.}$$

wymiar dim $EF = \text{cm}$

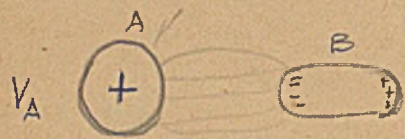
$$C_{ES} = 5 \text{ cm}$$

$$C = 5 EF$$

$$[EF] = [\text{cm}]$$

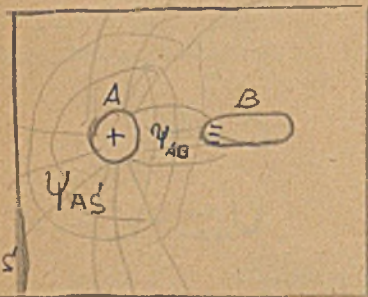
cm = wymiarowa jednostka pojemności

$$C = 5_{EF} F = \frac{5}{8 \cdot 10^{11}} F = C \times F_x$$

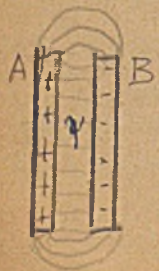


$$C = \frac{Q_{ind}}{U_{AB}}$$

$$C = \frac{\Psi}{4\pi U_{AB}}$$



Zadra linia ne idze do kopta



$$C = \frac{\Psi}{4\pi U_{AB}} = \frac{Q}{U}$$

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

$$V_A = \int_A^{\infty} K dl \cos \alpha$$

$$C = \frac{Q}{V} \text{ dla odosobnjenega}$$

$$C = \frac{Q}{U_{AB}}$$

Pojicie odosobnjenega puzvolnika jest fliza pomierai linie ne ida do ∞ leca nivoloka do ziemi.

$$C_{AB} = \frac{\Psi_{AB}}{4\pi U_{AB}}$$

$$C_{AS} = \frac{\Psi_{AS}}{4\pi U_{AS}}$$

$$C_A = C_{AB} + C_{AS}$$

$$\Psi_{AB} \quad \Psi_{AS}$$

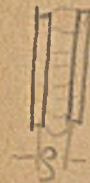
$$C = k \frac{Q}{U}$$

$$K = \frac{EF \cdot EV}{EC} = \frac{MF \cdot MV}{MC} = \frac{LF \cdot LV}{LC} = \frac{F \cdot V}{C}$$

Obliczenie pojemosci.

$$C = \frac{Q}{V} = \epsilon V$$

$$C = \epsilon \cdot r \quad V = \frac{Q}{\epsilon r}$$



$$C = \frac{Q}{U} = \frac{4\pi D \cdot l}{4\pi K \cdot \delta} = \frac{\epsilon \cdot l}{4\pi \delta} \quad \Psi = 4\pi Q$$

$$U = K \cdot \delta$$

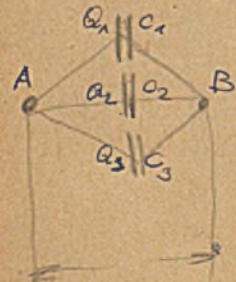
$$Q = 4\pi \cdot \Psi = \frac{1}{4\pi} D \cdot \Psi \quad D = K \epsilon$$

$$C = \frac{\epsilon \cdot l}{4\pi \delta}$$

$$C_{EF} = \frac{EF}{cm} \cdot \frac{\epsilon \cdot S \cdot cm}{4\pi \delta cm}$$

$$C = \left(\frac{EF}{cm} \right) = \frac{\epsilon S}{4\pi \delta}$$

Kondensator moze byc



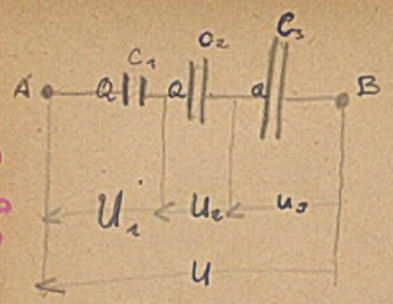
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad C = \frac{Q}{U}$$

$$Q = U(C_1 + C_2 + C_3) \quad Q = CU$$

$$Q = U \cdot C_B$$

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

$$C_B = C_1 + C_2 + C_3 \text{ dla polozoeni rowndoleznych}$$



Wzrost kondensator mniejszy
tytu większe napięcie

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

$$U_1 = \frac{Q}{C_1}$$

$$U_2 = \frac{Q}{C_2}$$

$$U_3 = \frac{Q}{C_3}$$

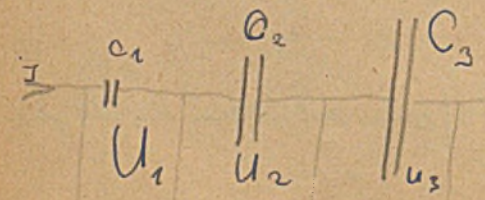
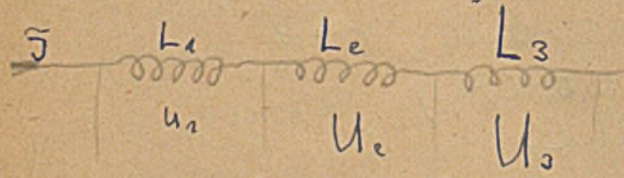
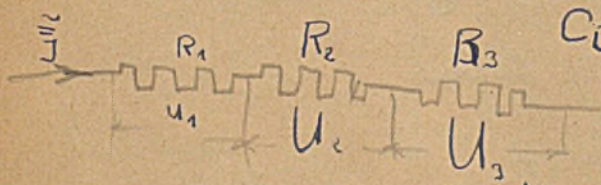
$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$$

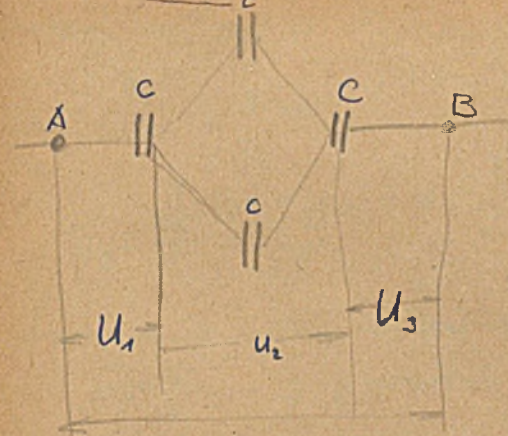
$$\frac{U}{Q} = \frac{1}{C_B} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_B} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$C_B = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

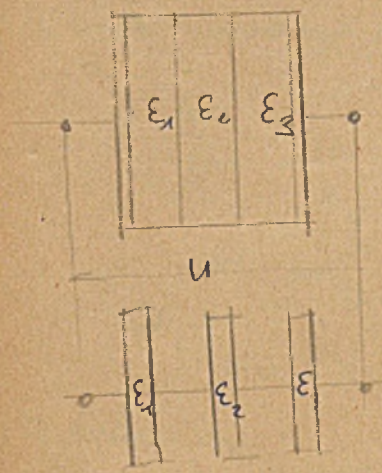


Wzrost mniejszy:



$$C_B = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2 + C_3} + \frac{1}{C_4}}$$

Wzrost kondensator mwarstwowy:



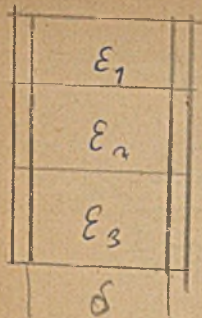
$$C = \frac{Q}{U} \quad C = \frac{\epsilon \cdot S}{4\pi d}$$

$$\frac{1}{C_B} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_B} = \frac{4\pi}{S} \left(\frac{d_1}{\epsilon_1} + \frac{d_2}{\epsilon_2} + \frac{d_3}{\epsilon_3} \right)$$

$$C_B = \frac{S}{4\pi} \cdot \frac{1}{\frac{d_1}{\epsilon_1} + \frac{d_2}{\epsilon_2} + \frac{d_3}{\epsilon_3}}$$

Pojemność kondensatora
mwarstwowego
podłine.



$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} (\epsilon_1 s_1 + \epsilon_2 s_2 + \epsilon_3 s_3)$$



Naloga rozlora liniowa.



$$\sigma_l = \frac{Q}{l} = \frac{dQ}{dl}$$

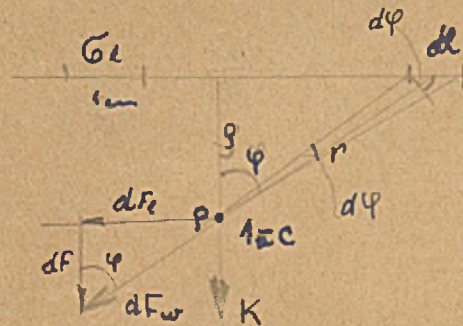
Puffinjanij malaj rozlora poverchniwo.

$$\sigma_s = \frac{Q}{S} \quad S = \text{poverchnia}$$

W izolacii jest gescia dielektriciwa

$$\sigma_d = \frac{dQ}{dV}$$

Pile elektr. prostego przewodu naelektryzowanego.



$$l = \infty$$

$$\sigma_l = \text{const.}$$

$$dF = \frac{1}{\epsilon} \frac{\sigma_l dl}{r^2}$$

$$r = \frac{l}{\cos \phi}$$

$$dl = \frac{r d\phi}{\cos \phi}$$

$$dF = \frac{\sigma_l}{\epsilon} \frac{d\phi}{\cos^2 \phi} \frac{l}{\cos \phi}$$

$$dF = \frac{\sigma_l}{\epsilon} \frac{d\phi}{\cos^3 \phi}$$

dF_e znisie sie

$$dF = dl F_w \cos \phi = \frac{\sigma_l}{\epsilon \rho} \cos \phi d\phi$$

$$F = \frac{\sigma_l}{\epsilon \rho} \int \cos \phi d\phi$$

$$F = \frac{\sigma_l}{\epsilon \rho} \sin \phi \Big|_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} = \frac{\sigma_l}{\epsilon \rho} \cdot [1 - (-1)] = \frac{2\sigma_l}{\epsilon \rho}$$

$$F = \frac{2\sigma_l}{\epsilon \rho}$$

$$K = \frac{2\sigma_l}{\epsilon \rho}$$

Obliczenie pracy pomocy strumienia indukcji.

Ψ_i = strumień indukcji
wynikający z ten
długości przewodu.

$$\Psi_1 = 4\pi \sigma_e$$

$$\Psi = 4\pi Q$$

$$\Psi_1 = \frac{4\pi Q}{\epsilon} = 4\pi \sigma_e$$

$$\Psi_1 = 4\pi \sigma_e$$

$$\Psi_1 = 4\pi \sigma_e$$

$$D = \frac{\Psi}{S} = \frac{4\pi \sigma_e}{2\pi r}$$

$$D = \frac{2\sigma_e}{r}$$

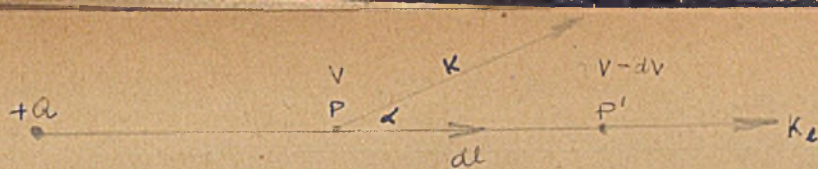
$$K = \frac{2\sigma_e}{\epsilon \rho}$$

$$K = \frac{D}{\epsilon} = \frac{2\sigma_e}{\epsilon \rho}$$

$$d\Psi = D \cdot dS$$

$$D = \frac{d\Psi}{dS}$$

Właściwości
przewodu
cylindrycznego
walec.



$$dV = -K_e dl$$

$$dV = -K dl \cos \alpha$$

$$K_e = -\frac{dV}{dl} \text{ skalar zwrotny}$$

$$dV = -K_e dl$$

$$\int_P^{\infty} dV = -\int_P^{\infty} K_e dl$$

$$0 - V = -\int_P^{\infty} K_e dl$$

$$V = \int_P^{\infty} K_e dl$$

Potencjał w danym
punkcie pola jest
równy całce z $K_e dl$
od tego punktu do ∞ .

$$\int f(x) dx = F(x) + C$$

$$dF(x) = f(x) dx$$

$$\int_a^x f(x) dx = F(x) - F(a)$$

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(x) dx = \frac{dF(x)}{dx} - 0 = f(x)$$

$$\int_x^a f(x) dx = F(a) - F(x)$$

$$d \int_x^a f(x) dx = 0 - dF(x) = -f(x) dx$$

$$V = \int_P K dl \cos \alpha = \int_P K d\varphi$$

$$V = \int_P \frac{2\sigma_1}{\epsilon \varphi} dl$$

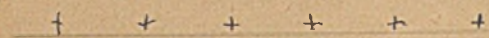
$$V = \frac{2\sigma_1}{\epsilon} \int_P \frac{d\varphi}{\varphi}$$

$$V = \frac{2\sigma_1}{\epsilon} \log \varphi \Big|_P^\infty$$

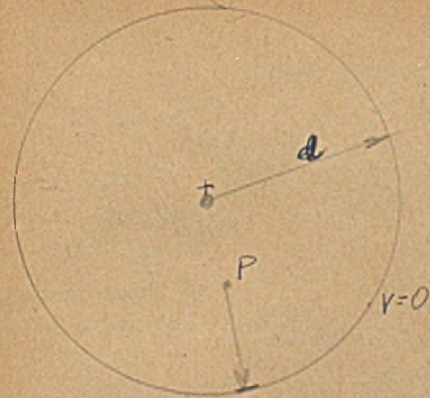
$$V = \frac{2\sigma_1}{\epsilon} (\log \infty - \log \varphi)$$

$$V = \frac{2\sigma_1}{\epsilon} \log \frac{\infty}{\varphi}$$

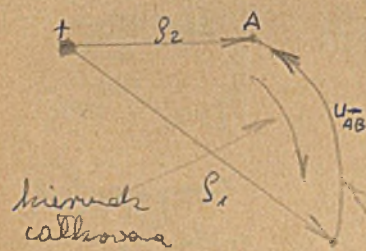
potencjał nieskończenie wielki, ponieważ bardzo długi (nieograniczony) odizolowany przewód.



Działanie to możemy zastąpić przewodem w ziemi.



$$V = \int_P K dl = \frac{2\sigma_1}{\epsilon} \log \frac{r}{a}$$



$$U_{AB} = V_A - V_B = \frac{2\sigma_1}{\epsilon} (\log \frac{r}{r_1} - \log \frac{r}{r_2})$$

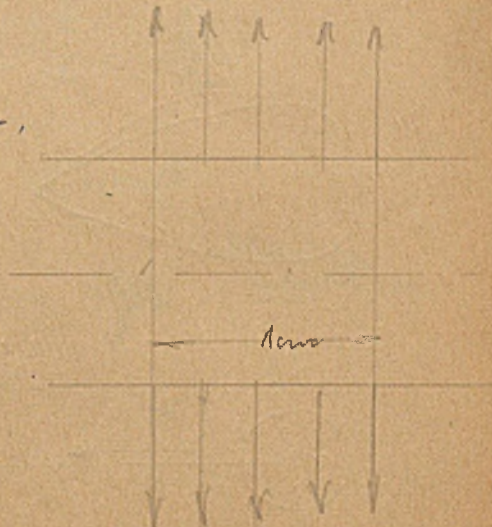
$$U_{AB} = \frac{2\sigma_1}{\epsilon} \log \frac{r_2}{r_1}$$

Przewód w postaci walca,



$$\Psi_1 = 4\pi \sigma_1 a$$

$$D = \frac{\Psi_1}{S} = \frac{4\pi \sigma_1 a}{2\pi a^2} = \frac{2\sigma_1}{a}$$



$$D' = \frac{2\sigma_1}{S}$$

$\sigma_s = \text{gęstość powierzchniowa}$

$$\sigma_s = \frac{\sigma_e}{2\pi r \cdot A} = \frac{\sigma_e}{2\pi r}$$

↑
na jednostkę
długości.



$d\phi = \text{strzeńi}$
 inchołazi
 wywodzącej
 z tego miej.

$$d\phi = 4\pi \sigma_s ds$$

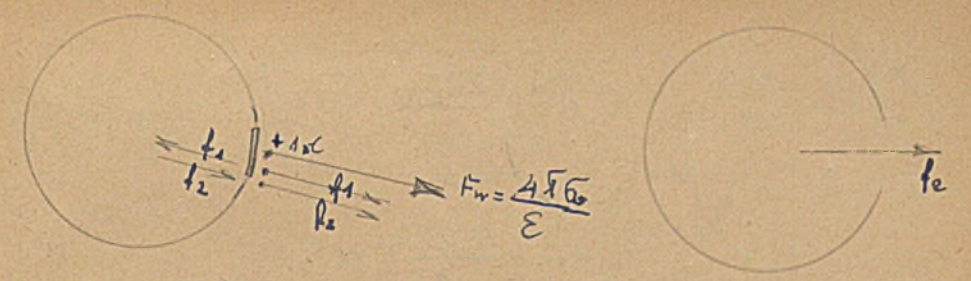
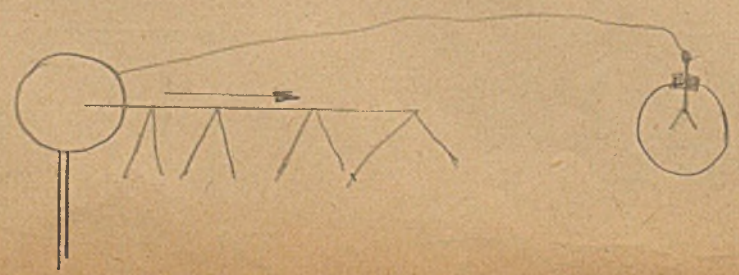
$$D = \frac{d\phi}{ds}$$

$$D = 4\pi \sigma_s$$

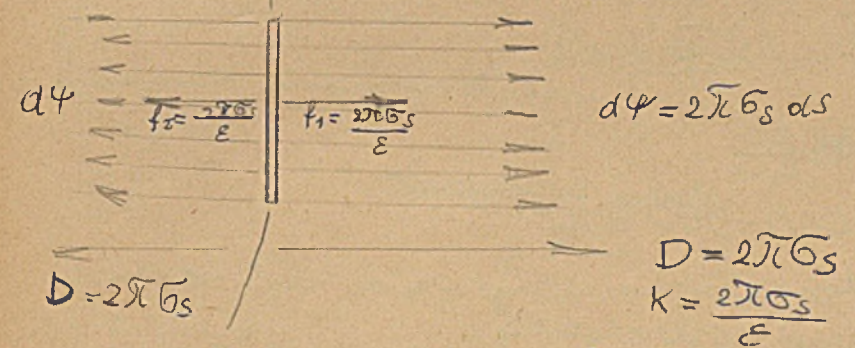
$$K = \frac{D}{\epsilon}$$

$$K = \frac{4\pi \sigma_s}{\epsilon}$$

znając σ_s
możemy obliczyć
D i K tzn. przez
kierowachni przewodnika



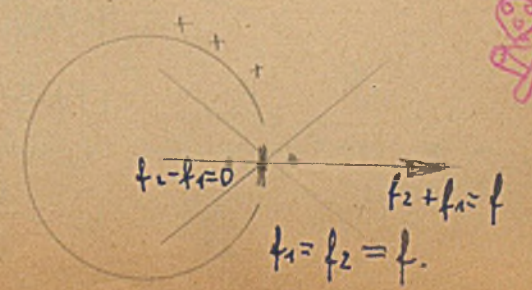
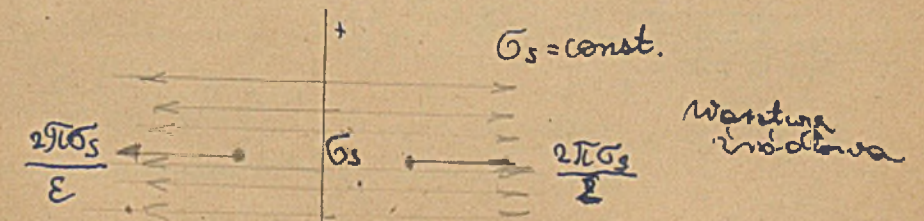
$$2 d\phi = 4\pi \sigma_s ds$$



$$f_2 - f_1 = 0$$

$$f_1 = f_2 = \frac{f}{2} = \frac{2\pi \sigma_s}{\epsilon}$$

$$f_2 = f_1$$





$$dQ = \sigma_s ds$$

$$dF = \frac{2\pi\sigma_s}{\epsilon} \cdot \underbrace{\sigma_s ds}_{dQ}$$

$$dF = \frac{2\pi\sigma_s^2}{\epsilon} ds$$

$P =$ ciśnienie elektrostatyczne.

$$P = \frac{dF}{ds} = \frac{2\pi\sigma_s^2}{\epsilon}$$

jest to ciśnienie wzajemne.

$$\sigma_s \approx \frac{\epsilon C}{cm^2}$$

$$P > 400 - 500 \frac{dyn}{cm^2}$$

to następuje w powietrzu o ciśnieniu 1 atm
następuje rozbicie.

ciśnienie to odpowiada 0.3 mm Hg

$$P = \frac{2\pi\sigma_s^2}{\epsilon}$$

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{PE}{2\pi}} = 8\sqrt{\epsilon} - 9\sqrt{\epsilon}$$

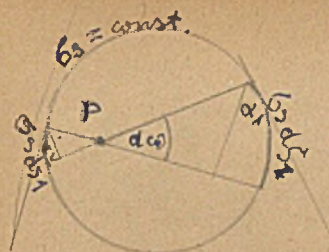
8-9 e.d. powietrza na cm^2 (następuje rozbicie)

Kula odosobniona naelektryzowana.

$$\Psi = 4\pi Q$$

$$D = \frac{\Psi}{S} = \frac{4\pi Q}{4\pi r^2} = \frac{Q}{r^2}$$

$$D = \frac{Q}{r^2}$$



$$\alpha_1 = \alpha_2$$



$$C = \frac{\epsilon \cdot Rr}{R-r} EF$$

$$f_1 = \frac{\sigma_s ds_1}{\epsilon r_1^2}$$

$$f_1 = f_2$$

$$f_2 = \frac{\sigma_s ds_2}{\epsilon r_2^2}$$

$$\frac{ds_1}{r_1^2} = \frac{ds_2}{r_2^2}$$

$$\frac{ds_1}{r_1^2} = \frac{ds_2}{r_2^2}$$

$$\frac{d\omega r_1^2}{\omega \alpha_1} \cdot \frac{1}{r_1^2} = \frac{d\omega r_2^2}{\omega \alpha_2} \cdot \frac{1}{r_2^2}$$

Prawo Coulomb'a

13. XI. 1947r.

Kondensator kulisty.

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

$$U = \int K dp \quad K = \frac{Q}{\epsilon s^2}$$

$$s = r$$

$$U = \frac{Q}{\epsilon} \int \frac{dp}{s^2} = -\frac{Q}{\epsilon} \int \frac{1}{s} = -\frac{Q}{\epsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$$

$$U = \frac{Q}{\epsilon} \frac{R-r}{Rr}$$

$$\epsilon F = 9 \cdot 10^{11} \quad \epsilon F = 9 \cdot 10^5 \mu F$$

$$\mu F = 9 \cdot 10^5 \epsilon F$$

Pojemność kondensatora kulistego zależy od promienia
zewn. i wewn.



$$C = \frac{Q}{U} = \frac{Q_0}{U}$$

$$U = \int_r^R K dg$$

$$K = \frac{25}{\epsilon S}$$

$$U = \int_r^R \frac{25}{\epsilon S} = \frac{25}{\epsilon} \ln \frac{R}{r}$$

$$C = \frac{\epsilon \cdot l}{2 \ln \frac{R}{r}} \text{ EF}$$

$$\ln a = 2,303 \cdot \lg_{10} a$$

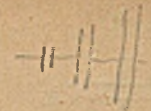
$$km = 10^5 \text{ cm}$$

$$C = \frac{\epsilon \cdot l \cdot 10^5}{2 \cdot 2,303 \cdot \lg \frac{R}{r} \cdot 9 \cdot 10^5} \text{ F} \quad | : c$$

$$C = \frac{\epsilon \cdot 0,0242}{\lg \frac{R}{r}} \text{ MF/km}$$

$\epsilon = 1$ pojemność praktyczna wlozyczna

Condensator warstwowy.

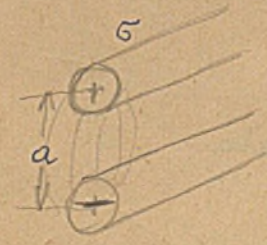


Polezenie neregulowe.

$$C = \frac{\epsilon \cdot 0,0242}{\lg \frac{R}{r}} \text{ MF/km}$$

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

$$C = \frac{0,0242}{\epsilon_1 \lg \frac{R_1}{r} + \epsilon_2 \lg \frac{R_2}{R_1} + \epsilon_3 \lg \frac{R_3}{R_2}} \text{ MF/km}$$



$$C = \frac{\varphi}{4\pi U} = \frac{45}{U}$$

$$V' = \frac{25}{\ln \frac{a}{r}}$$

$$V' = \frac{25}{\epsilon} \ln \frac{a}{r}$$

$$V'' = \frac{-25}{\ln \frac{a}{r}}$$

$$V'' = -\frac{25 \epsilon}{\epsilon} \ln \frac{a}{r}$$

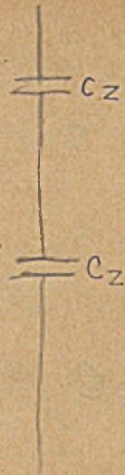
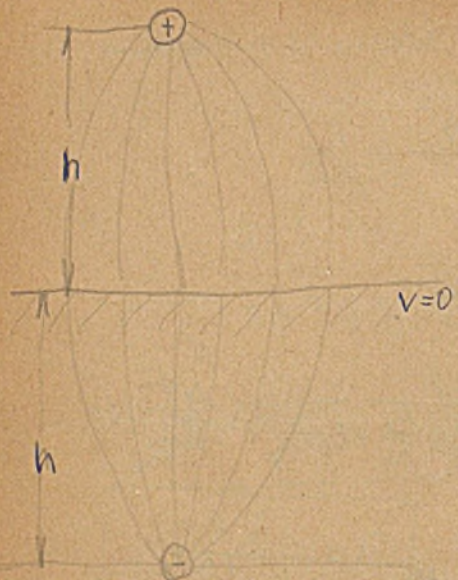
$$U = V' - V''$$

$$U = \frac{45}{\ln \frac{a}{r}}$$

$$C = \frac{l}{4 \ln \frac{a}{r}}$$

$$U = \frac{45 \epsilon}{\epsilon} \ln \frac{a}{r}$$

~~$$= \frac{45 l}{\epsilon \ln \frac{a}{r}}$$~~



$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_2}} = \frac{1}{\frac{2}{C_2}}$$

$$C = \frac{C_2}{2}$$

$$F = \frac{CU^2}{20l} = \frac{QU}{20l}$$

$$D = \frac{Q}{S} = \frac{4\pi Q}{S}$$

$$D = \frac{QS}{4\pi}$$

$$F = \frac{D \cdot S \cdot U}{8\pi d} = \frac{SEU^2}{8\pi d}$$

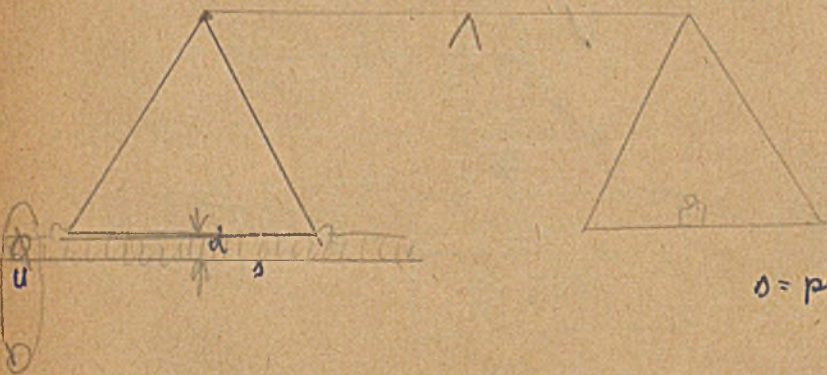
$$F = \frac{SEU^2}{8\pi d} = \frac{SEK}{8\pi}$$

$$\left(\frac{U}{d}\right)^2 \frac{SE}{8\pi} F = D = K \epsilon_0$$

$$\frac{U}{d} = \frac{SE}{8\pi} D = \frac{U}{d} \epsilon_0$$

$$F = m \cdot P$$

Elektrometr absolutny Kelvina.



$d = \text{pos. odleglosci}$

$$F = \frac{CU^2}{20l} = \frac{158}{8\pi} \left(\frac{U}{d}\right)^2$$

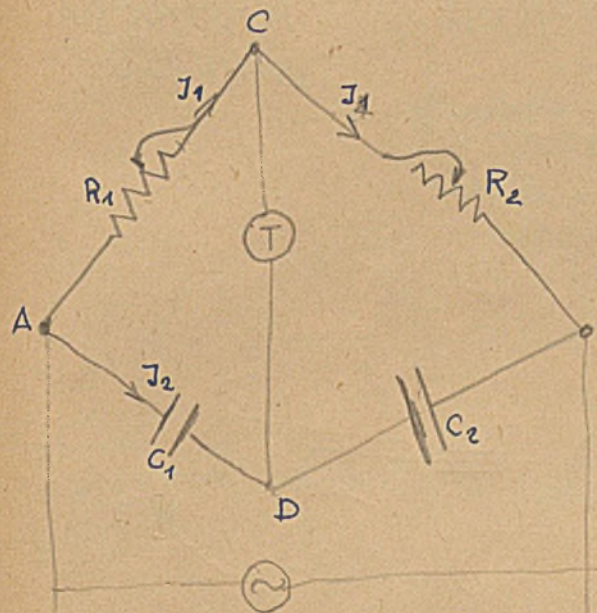
$$U = d \sqrt{\frac{8\pi}{158} F} = EV$$

$$m = C V \text{cm}^{-1}$$

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

Pomiar pojemnosci za pomoca mostka Maxwell'a.

$$V_0 = V_0$$



$$V - V_A = 0$$

regulacja $R_1 = R_2$

$$V_A - V_C = V_C - V_B = I_4$$

$$I_4 = \frac{V_A - V_C}{R_1} = \frac{V_C - V_B}{R_2}$$

$$V_A - V_C = V_A - V_D$$

$$V_C - V_B = V_D - V_B$$

$$C_1 R_1 = C_2 R_2$$

$$C_2 = C_1 \frac{R_1}{R_2}$$

C_1 znane

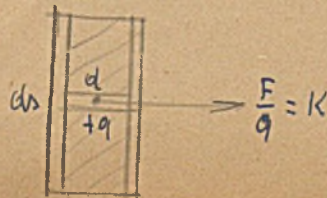
$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{R_1}{R_2} \text{ mostek nie zerowy od jednostek}$$

Pomiar K i D .

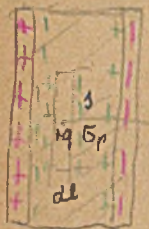
$$K = \frac{F}{+q}$$

$$D = 4\pi \frac{dQ_{\text{in}}}{dA}$$

dla równoległych i pierzynych,



Dynamyczny pomiar D. idealny.



$$D = K + 4\pi P$$

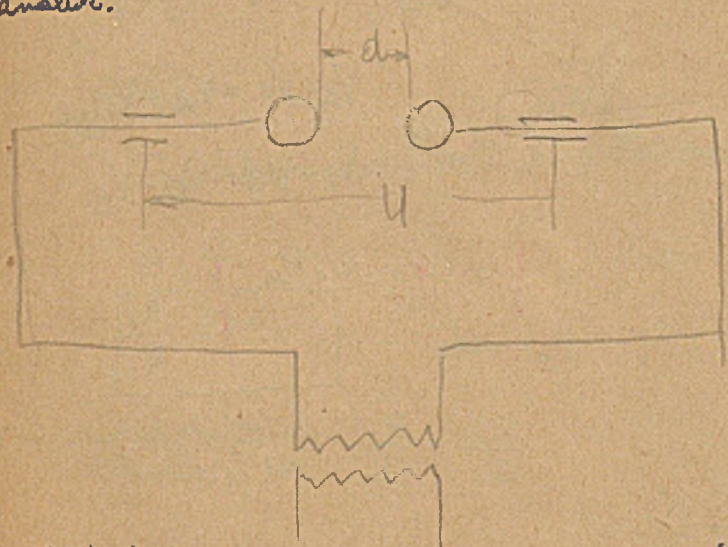
$$D = K + 4\pi \sigma_p$$

$$K = K + 4\pi \sigma_p$$

$$D = K + 4\pi \sigma_p$$

Stożek prądu umiarkowany między obłódkami niekolejone aenki i silniejszy wektor wypadkowy D.

realnie poprosz. albo D. do obł. K kanalik.



$$W = U \cdot Q$$

Wzrost elektromagnetyczny przy wyższych napięciach.
 1) Wyładowanie niepełne niewidoczne.
 2) Wyładowanie parafce, widoczne. (Glimmentladung).

- 3) Wyładowanie isobornee.
- 4) Obrotok iskrowy.

Pod działaniem łuku misory nie izolator.
 Łuk na wiekach podnosi się.



Węzdrzenie trzeba chronić przed łukiem i jego wytworzeniem nie.



Próżnia jest najlepszym izolatorem

Olej miernoliniowa drzkok.

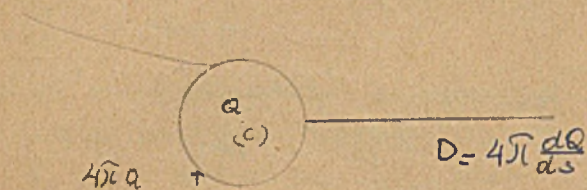


18. XI. 1947r.

Strumień jest pojęciem matematycznym.

$$\Psi = \int D ds$$

Jednostką jest Thomson.

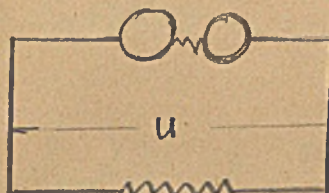


$$D = \frac{E}{\epsilon_0} = k \cdot \frac{F_n}{D^2}$$

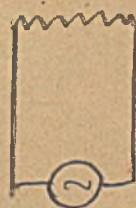


Wytwarzanie pod olejem
lub powietrzem by uniknąć
przy wytwarzaniu łuku.

19. XI. 1947r.



Jeżeli rozładamy generatorem
to iskra przechodzi w łuk.
Przy maxymie mamy tylko
przechodzą iskrowy spowodu
zbyt małej energii.



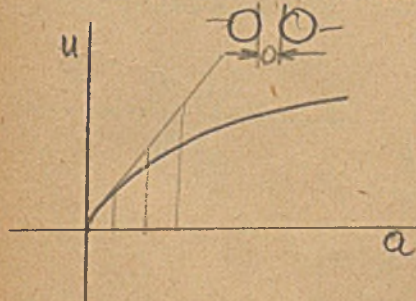
Przy induktorem mamy stały
łuk.

Temp. łuku 3000°C.

Jedynie wolfram wytrzyma
łuk elektr. Lampy wolframowe
przebiegają. Światło, indukcyjne
lub minory wystrziki izolatory.

Łuk nie wymaga wielkiego
napięcia, minimum 40V.

1). Wyładowania iskrowe zależą od napięcia jego wielkości
między transformatorami. Przejęcie napięcia nie
równie liniowo, odróżnienie dla
każdego materiału.



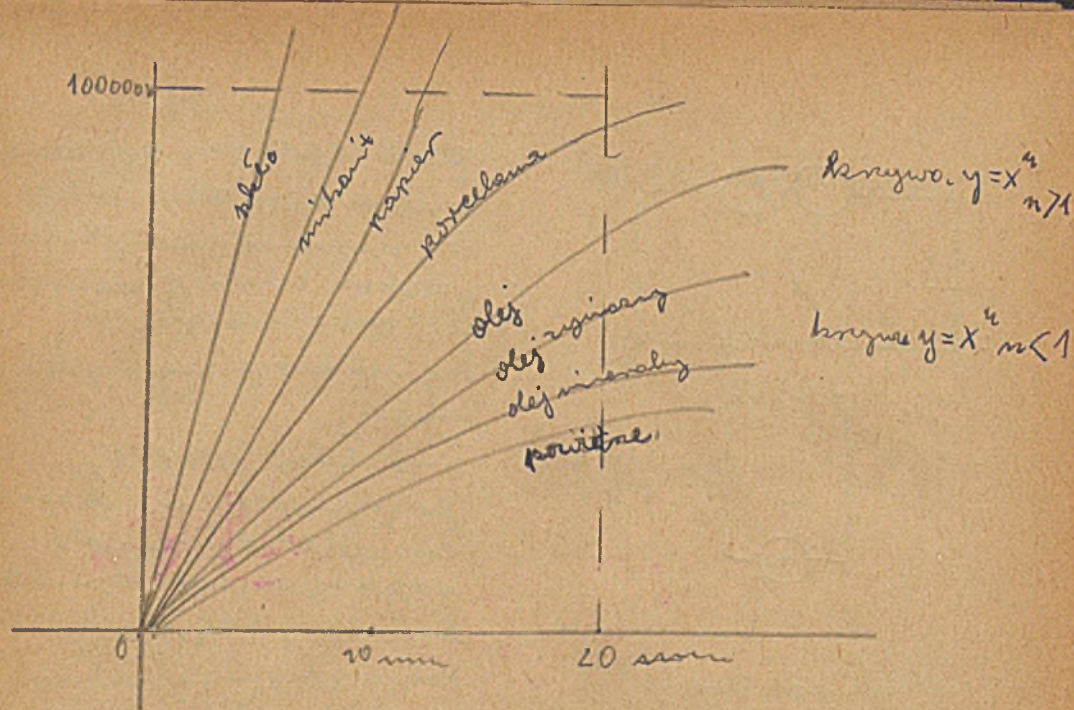
2). Napięcie to potęga > 1.
Wielkość zależna od wielkości
łuku.

3). Temperatura wpływa
na prędkość.

4). Jonizacja udatwa
prędkość.

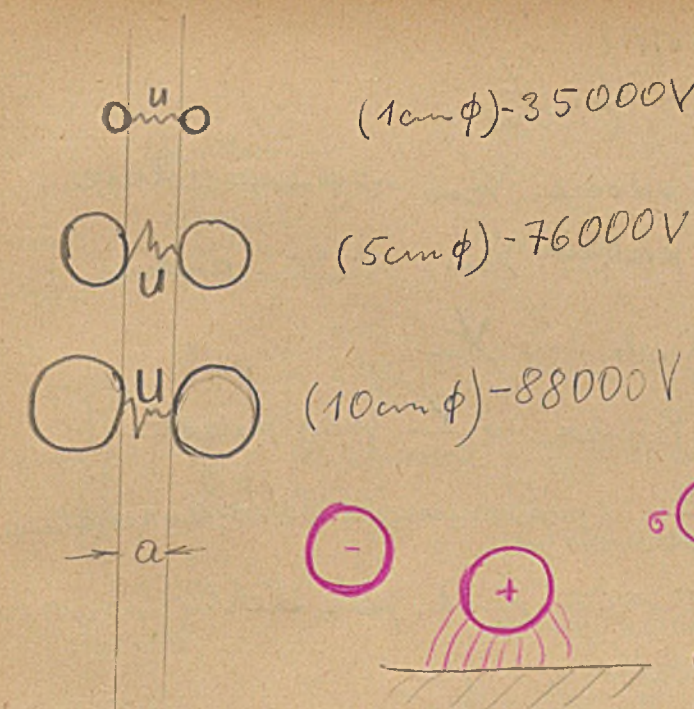
5). Zdolność elektrolityczna, 6). Przewodnictwo metaliczne.

7). Czas trwania napięcia, 8). Prędkość gazu zależą od ciśnienia
stopnia wilgotności powietrza oraz składu chemicznego.



Odstępy elektrod i średnica kulek.

	1cm φ	2cm φ	5cm φ	10cm φ
1cm	20	21,5	23000	24000
2cm	26,5	36,5	41000	42
3cm	30	44,5	55,5	60
4cm	33	50	70	88
5cm	35	53	76	88
6cm				
7cm				
8cm				
9cm				
10cm		65	102	135



Elektrody większe występują w większym napięciu przy tym samym oddaleniu od dośrodku.

Przy próbach na próżni trzeba dobrze odpowietrzyć kontakt elektrod.

$K = 4 \pi \epsilon$
 Gęstość ładunku w ich częściach przeciwnych jest największa.





$$U = K \cdot l$$

$$K = \frac{U}{l} \frac{V}{cm}$$

K robocze $\frac{V}{cm}$ napięcie robocze
 K przebicia $\frac{V}{cm}$ " " przebicia

$$\Delta r \rightarrow K_{rob.} \text{ w } \frac{V}{cm}$$

$$\Delta_{max} \rightarrow K_{max} \text{ w } \frac{V}{cm} \text{ przy przebiciu.}$$

$$k_2 = \frac{\Delta_{max}}{\Delta_{robocze}} \text{ współczynnik bezpieczeństwa}$$

Wytęż. elektr. max. nat. pola elektr. wyrażone
 w $\frac{V}{cm}$ przy przebiciu.

$$\text{Ciężkie skuteczne} = U_{sk} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \quad \sqrt{2} = 1,4142$$

dla sinusoidalnego prądu zmiennego.

$$U_{sk} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U_t^2 dt}$$

$$\text{Jeżeli } U_t = \sqrt{2} U_{max} \sin(\omega t + \alpha)$$

$$\text{to } U_{sk} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \quad \omega = 2\pi f$$

Obciążenie elektr. jest to robocze natężenie pola wyrażone

$$\text{w } \frac{V}{cm}$$



ewentualne
 przebiegi
 występiły
 między
 tymi elektrodami.

$$K = \frac{U}{l} = \frac{100000V}{10cm} = 10000 \frac{V}{cm}$$



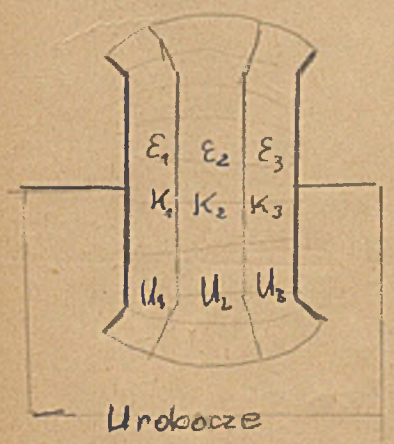
$$U = 100000V \quad K = 10000 \frac{V}{cm}$$

$$l = 10cm$$

$$\Delta_{rob} = 10 \frac{kV}{cm}$$

$$\Delta_{max} = 50 \frac{kV}{cm} \text{ z tabeli dla oleju}$$

$$k = \frac{50}{10} = 5 \quad k_2 = 5 \text{ współ. bezpiecz.}$$



$$D = \frac{\Psi}{s} = \frac{4\pi Q}{s} = \frac{4\pi}{1} U \cdot C$$

$$Q = U \cdot C$$

$$D = K_1 \cdot \epsilon_1 = K_2 \cdot \epsilon_2 = K_3 \cdot \epsilon_3$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = K_1 l_1 + K_2 l_2 + K_3 l_3$$

$$U = D \left(\frac{l_1}{\epsilon_1} + \frac{l_2}{\epsilon_2} + \frac{l_3}{\epsilon_3} \right)$$

$$D = \frac{U}{\frac{l_1}{\epsilon_1} + \frac{l_2}{\epsilon_2} + \frac{l_3}{\epsilon_3}}$$

$$d_1 = 0,4 \text{ cm}; l_2 = 0,2 \text{ cm}; l_3 = 0,3 \text{ cm}$$

$$\epsilon_1 = 4; \epsilon_2 = 8; \epsilon_3 = 2$$

$$U = 28000 \text{ V (wartość skuterna)}$$

$$s = \text{pow. okładek}; s = 10 \text{ cm}^2$$

$$D = \frac{28000}{\frac{0,4}{4} + \frac{0,2}{8} + \frac{0,3}{2}} = \frac{28000}{0,1 + 0,066 + 0,15}$$

$$D = 90000 \frac{\text{V}}{\text{cm}} = 300 \frac{\text{kV}}{\text{cm}}$$

$$U_1 = K_1 \cdot l_1 = \frac{D}{\epsilon_1} \cdot l_1 = 90000 \cdot 0,1 = 9000 \text{ V}$$

$$U_1 = 9000 \text{ V}$$

$$\Delta_1 = \frac{9000 \text{ V}}{0,4} = 22500 \frac{\text{V}}{\text{cm}}$$

$$U_2 = K_2 \cdot l_2 = D \frac{l_2}{\epsilon_2} = 90000 \cdot 0,066 = 6000 \text{ V}$$

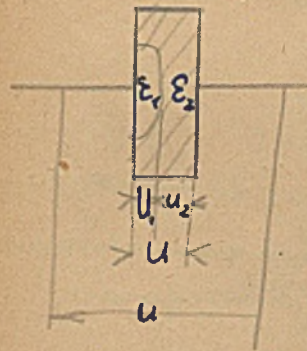
$$U_2 = 6000 \text{ V}$$

$$\Delta_2 = \frac{U_2}{l_2} = \frac{6000}{0,2} = 30000 \frac{\text{V}}{\text{cm}}$$

$$U_3 = K_3 l_3 = D \frac{l_3}{\epsilon_3} = 90000 \cdot 0,15 = 13500 \text{ V}$$

$$\Delta_3 = \frac{U_3}{l_3} = \frac{13500}{0,3} = 45000 \frac{\text{V}}{\text{cm}}$$

Banka powietrzna w izolatorze tworzy kondensator.



1. Izolacja nie może być rozszczepiona
2. - " - " - " zawierała banki kondensatorów. Proszymy izolacji pod ciśnieniem. Choć przed kuracją nikotynu.

Wytr. w kondensatorze kulistym



$$C = \epsilon \frac{Rr}{R-r} F$$

$$K = \frac{Q}{\epsilon \phi^2} \quad Q = U \cdot C$$

$$C = \epsilon \frac{Rr}{R-r}$$

$$K = \frac{Q}{\epsilon \phi^2} = \frac{U \epsilon R \cdot r}{\epsilon r (R-r)}$$

$$K_{\text{wyj.}} = \frac{R}{r(R-r)} U_{\text{rob}} \frac{\text{V}}{\text{cm}}$$

W kondensatorze kulistym wytr. nie może przekroczyć $K_{\text{wyj.}} = \frac{R}{r(R-r)} U_{\text{rob}} \frac{\text{V}}{\text{cm}}$

najwyższe napięcie na kuli.

Kabel o izolacji jednowarstwowej



$$K = \frac{25}{r} \text{ napięcie najwyższe}$$

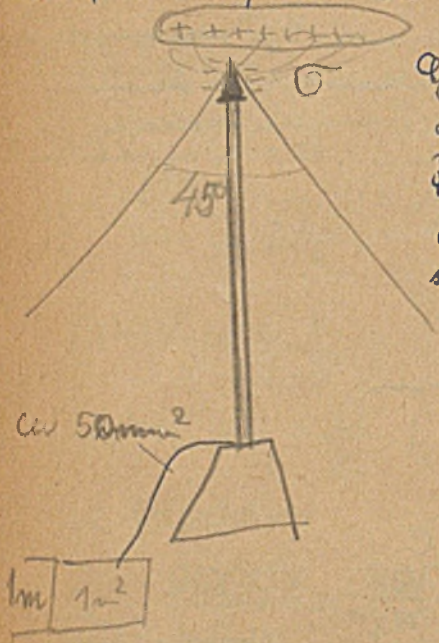
$$\sigma = \frac{Q}{l} \quad Q = U \cdot C$$

$$C = \frac{\epsilon \cdot l}{2 \lg \frac{R}{r}}$$

$$K = \frac{25}{\epsilon r} = \frac{2Q}{\epsilon l \cdot r} = \frac{2U \cdot C}{\epsilon l \cdot r} = \frac{2U \epsilon l}{\epsilon l \cdot r \cdot 2 \lg \frac{R}{r}}$$

$$K_{\text{wyj.}} = \frac{U}{\ln \frac{R}{r}} \frac{\text{V}}{\text{cm}}$$

Skajw. naprężenia str. na kolcach i przęsch.
 Półka wodronna powstaje przy brzy po rozładunku pioruna
 zabezpieczenia przed nią (kondensatorów) transformatorów.



Gromoschron.
 kłoni w zakresie 45°
 Płytka zakończona aż do mokrej ziemi.
 Na wieżach wiertniczych gromoschronom
 stawiać nie wolno Paliwociągów!!

20. XI. 1947r.

Obliczenie pola ziemskiego,

$$K = 4\pi\sigma; \sigma = \frac{K}{4\pi}$$

$$K = -\frac{dV}{dl}$$

$$\text{ciężk. pow. ziemi } \sigma = 2,6 \cdot 10^{-4} \frac{EC}{cm^2}$$

Obłój ziemi przy promieniu $6378 \cdot 10^5 m$.

$$Q_z = 4,5 \cdot 10^5 C$$

ujemny.

$$Q = V \cdot C$$

Pojemność ziemi.

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

$$C_z = 708 \mu F$$

$$V_z = 0,635 \cdot 10^9 V$$

1/2 miliona

Liście pod wpływem ziemi nie nachylają się, bo nachylenie
 zależy od σ , które jest dla ziemi b. małe.



chojw. potężał na wieśsiach.

Przy brzy spadek potencjału do 100V na cm.

Chilowy prąd przy wyładowaniu pioruna

$$I = \frac{dQ}{dt} = 100000 A$$

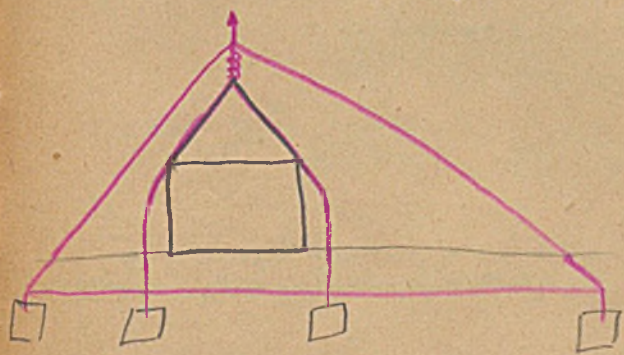
a napięcie do 100000 $\frac{V}{m}$.

Ważn. pom. w polu $10^8 kgm$.

Wierwienie gromoschron nie może mieć
 oporu > od 1 Ohm.

Przekrój 50 cm^2 Cu

Władz. ~~stanowisko~~ latw. polu otw. się siatka Faradaya.



Magnetostatyka.

Katka o magnesach i o polu anizotropnym wytworzonym przez nie.

Weber: 1852 r. Teoria odrobinowych magnesach w materii. Magnesowanie ciał polega na porządkowaniu cząstek.

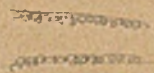
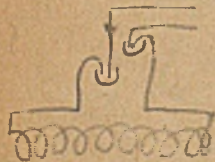
Obecnie mag. dźw. prz. (rozpręgnię) magnetyzm uporządkowania cząstek. Przy magnesowaniu ciała ogrzewa się.

$\mu =$ stała magnetyczna

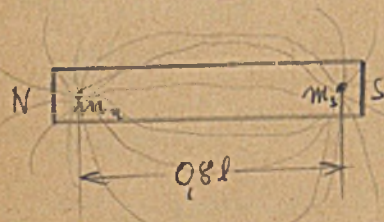
$\mu > 1$ paramagnetyczna.

$\mu < 1$ diamagnetyczna.

1820 Prąd stały oddziały przez dźw. magnetyczny. Cylindrowa wirara się tak samo pod względem stałym jak magnes. Cylindrowa nie się ogrzewa.

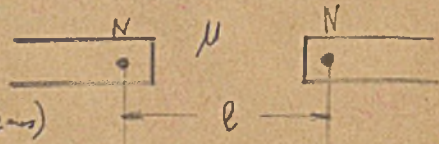


Teoria elektronowa tłumaczy rozkładzenie magnetyczne i zj. dźw. Prądy molekularne nie wytworzą ciepła, gdyż rozkładają się w przestrzeni.



Prawa magnetyczna Coulomba

$$F = k \frac{m_1 m_2}{l^2}$$



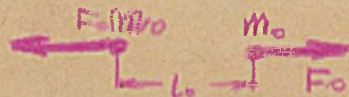
wzajemna
Przekładanie magnetyczna!
Ile mag. ciał w pobliżu (pr. magnetyczna)
jest większa od nich samych.
jest to wartość liczbową.

$$F = k \frac{m_1 m_2}{l^2}$$

$$\mu = \frac{F_0}{F_{\text{odrobin.}}}$$

$$F = k \frac{m_1 m_2}{\mu \cdot l^2}$$

$$k = \frac{F_0 l^2}{m_1 m_2}$$



$$F = 1 \text{ dyna}$$

Wł. własna

$$l_0 = 1 \text{ cm} \quad m_0 = 1 \text{ Wb}$$

$$k = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{\text{Wb}^2} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{\left(\frac{1}{c}\right)^2 \text{E} \cdot \text{Wb}^2} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{(4\pi)^2 \cdot \text{L} \cdot \text{Wb}^2} =$$

$$= \frac{10^{-7} \text{sthen} \cdot \text{cm}^2}{(4\pi)^2 (10^{-9})^2 \text{n} \cdot \text{Wb}^2}$$

$$k = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{\text{Wb}^2} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{4\pi^2 \cdot \text{L} \cdot \text{Wb}^2} = \frac{\text{sthen} \cdot \text{cm}^2}{4\pi (4\pi) \text{n} \cdot \text{Wb}^2} = \frac{\text{sthen} \cdot \text{cm}^2}{4\pi \mu_0 \text{Wb}^2}$$

$$F = k \frac{m_1 m_2}{\mu \cdot l^2}$$

$$k = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{\mu \cdot \text{Wb}^2} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{\mu_0^{\text{EM}} \cdot \text{E} \cdot \text{Wb}^2} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{4\pi \mu_0^{\text{L}} \cdot \text{L} \cdot \text{Wb}^2} = \frac{\text{sthen} \cdot \text{cm}^2}{4\pi \mu_0^{\text{N}} \cdot \text{N} \cdot \text{Wb}^2}$$

$$\mu_0^{\text{E}} = 1$$

$$\mu_0^{\text{EM}} = \frac{1}{c^2}$$

$$\mu_0 = 1$$

$$\mu_0^{\text{N}} = \frac{4\pi}{10^9}$$

$$Q_0 = 4 Q_0$$

$$\frac{Q}{Q_0} = 4$$

$$\frac{N}{N_0} = \frac{N \text{ES}}{N_0 \text{ES}} = \frac{N \text{EM}}{N_0 \text{EM}} = \frac{N \text{L}}{N_0 \text{L}}$$

$$n = \frac{Q}{Q_0} = \frac{Q \text{E}}{Q_0 \text{E}} = \frac{Q \text{EM}}{Q_0 \text{EM}} = \frac{Q \text{L}}{Q_0 \text{L}} = \frac{Q \text{K}}{Q_0 \text{K}} \quad | \quad N = n \cdot N \quad Q = q \cdot Q \quad Q = Q \cdot \text{E} \cdot \text{L}$$

Jednotka mag. magnetycznej jest wielkość Weber = jest to (fizyka) masa magnetyczna, która tak samo ma mag. oddziały o 1 cm. odprężenie prądu $\mu_0^{\text{N}} = 1$ z ról 1 dyny.

$$Q = Q_{ES} = Q_{EM} \cdot C = Q_L \frac{1}{\sqrt{4\pi}}$$

$$Q_{EC} = Q_{ES} EC = \underbrace{Q_{EM} C}_{Q_{ES}} \cdot EC = Q_L \frac{1}{\sqrt{4\pi}} EC$$

$$Q_E C = Q_{ES} \cdot EC =$$

$$Q = Q_{ES} EC_M$$

25. XI. 1947r.

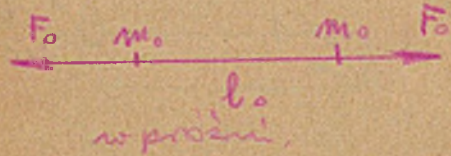
$$F = k_e \frac{m m'}{l^2} ; F_e = \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon \cdot l^2} ; F = k_m \frac{m_m \cdot m'_m}{\mu \cdot l^2}$$

$$\epsilon = \frac{F_o}{F_o l}$$

$$\mu = \frac{F_o}{F_m}$$

$$F = K \frac{m \cdot m'}{l^2} ; F = k \frac{Q \cdot Q'}{\epsilon l^2} ; F = k_m \frac{m_m \cdot m'_m}{\mu l^2}$$

$$k = \frac{F_o l^2}{m_o^2} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{\text{Wb}^2} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{\left(\frac{1}{10}\right)^2 \text{EW}^2} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{(4\pi)^2 \text{LW}^2} = \frac{10^{-7} \text{sthen} \cdot \text{cm}^2}{\left(\frac{4\pi}{10^9}\right)^2 \text{Wb}^2}$$



$$\frac{10^{-5} \text{neuton} \cdot \text{m}^2 \cdot 10^{-4}}{\left(\frac{4\pi}{10^9}\right)^2 \text{KWb}^2}$$

$$\text{dyna} = 10^{-7} \text{sthen}$$

Gauss. EM, L

$$\mu_o^{ES} = \frac{1}{c^2} \quad \mu_o^{N} = \frac{4\pi}{10^9}$$

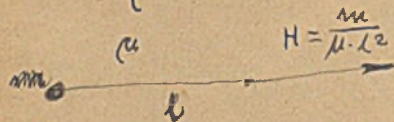
$$k_m = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{\text{Wb}^2} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{cm}^2}{4\pi \text{LWb}^2} = \frac{\text{dyna} \cdot \text{m}^2}{\mu_o^{ES} \text{EWb}^2} = \frac{\text{sthen} \cdot \text{cm}^2}{4\pi \mu_o^{N} \text{Wb}^2} = \frac{\text{neuton} \cdot \text{m}^2}{4\pi \mu_o^{N} \text{KWb}^2}$$

$$F = \frac{m \cdot m'}{\mu \cdot l^2}$$

$$F = k_x \frac{m_x \cdot m'_x}{\mu \cdot l^2} = \frac{m_x \cdot m'_x}{\mu \frac{1}{k_x} l^2} = \frac{m_x \cdot m'_x}{\mu (\mu_o^x) l^2}$$

$$F = \frac{m \cdot m'}{\mu \cdot l^2}$$

$$H = \frac{F}{m'} = \frac{m}{\mu l^2} \quad \text{natężenie pola magnetycznego}$$



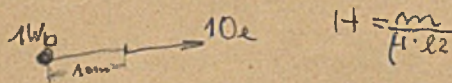
Magnesy wytwarzają wokół siebie pole magnetyczne (odwzorowanie magnetyczne).

Charakt. się:

natężeniem pola magnetycznego \vec{H}

$$H = \frac{F}{m'_N}$$

$$H = \frac{F}{m_x} = \frac{F}{m_x} = \frac{F}{m_x}$$



\vec{H} ma taki sam kierunek jak wektor siły.

Wzrostanie Gaussa (i EM)

jedn. nat. pola magn.

jest Oersted.

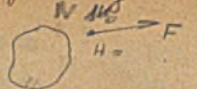
Jest to nat. pola magn

wytwarzane na masę magn.

1Wb działa na 1 dyny.

(wood. 1cm).

Moment wywołanie nie może być dowolny, gdyż zależy od bryły magn. wzdłuż kierunku pola.



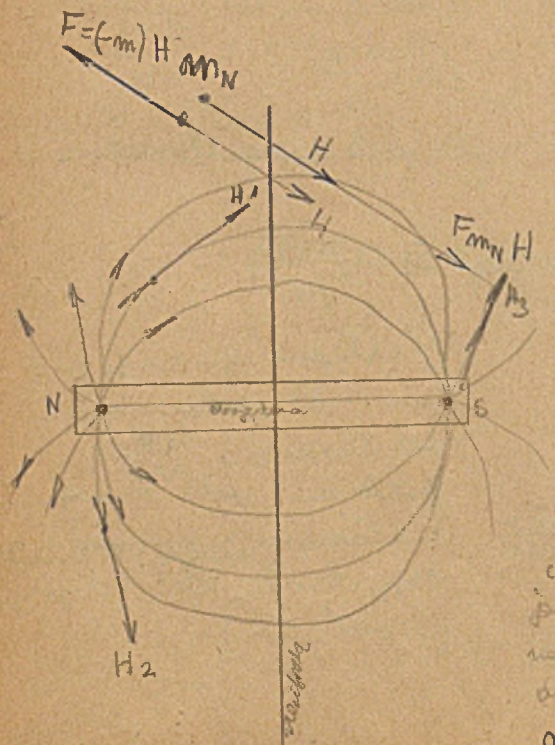
w tej przestrzeni H ma wartość
 Wzrost mierzony nat. H. trwała wartość białek & skor. ciał
 o t. i o mierzona. małym przekrojem.

Wzrost mały mały jest dekadancją sily - niektóre
 ydali kier. H nie jest równoległy
 to mierzony skr. H w kierunku \perp
 do sily i wzdłuż osi H_x, H_y, H_z .



2 $H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2}$

H do kierunku pola, ciał dynamicznie ciał w polu.



Wektor H do ciała
 skierowany do linii.
 w N i S skierowany
 skierowany od siebie
 skierowany.
 linii H mała wartość
 i zwrócić do siebie
 od siebie.

Składowe magnetyczne
 pod kątem do kierunku
 skierowany wzdłuż kierunku
 skierowany.

$$U_{om} = \int_1^2 \vec{H} d\vec{l} = \int_1^2 H dl \cos \alpha$$

$$\oint \vec{H} d\vec{l} = 0$$

w polu magnetycznym jest
 to pole radiowemu, pole magnetyczne
 pole radiowemu i składowe.

$$H = \frac{1}{\mu} \sum \frac{m_i}{l_i^2}$$



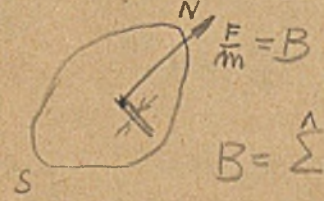
Gdy $\mu > 1$ to jest to ciał
 paramagnetyczne.

$\mu < 1$ ciał magnetyczne
 $\mu \gg 1$ ferromagnetyczne.

Stopy, stopy ferromagnetyczne
 30% Ag 1% Cu 56% Cu
 ciał niemagnetyczne
 ciał stop ferromagnetyczne.

75% Fe 25% Ni
 stop ciał ferromagnetycznych
 jest niemagnetyczny.

B = indukcja magnetyczna



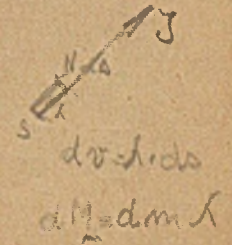
$$B = \sum \frac{m_i}{l_i^2}$$

$$H = \frac{1}{\mu} \sum \frac{m_i}{l_i^2}$$

$$B = H\mu$$

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

dynamiczny
 kierunek B.

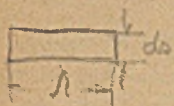


$$J = \frac{dM_m}{dv}$$

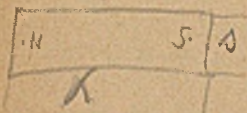
J = magnetyzacja

Składowe magnetyczne
 skierowany wzdłuż kierunku J
 skierowany wzdłuż kierunku J
 od S do N, skierowany J = dM_m / dv

$$y^2 = \frac{dM}{dv} = \sigma_m \frac{h ds}{h ds}$$



$$dM = dm \cdot h = \sigma_m \cdot ds \cdot h$$



$$\sigma_m \cdot s = m$$

$$m_0 \cdot h = M_0$$

$$v = h \cdot s$$

$$J = \sigma_m = \frac{M_0 m}{s}$$

σ_m = gęstość magnetyzacji

wektor J skierowany jest do środka materiału namagnetyzowanego.



σ_m Oersted

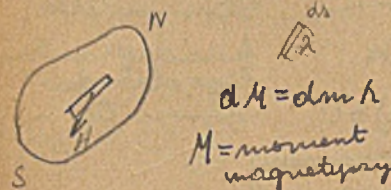
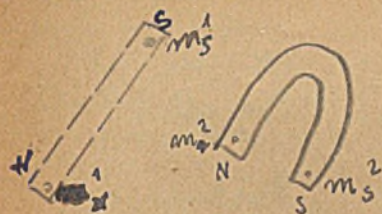
$$B = H + 4\pi J$$

$$B = k_1 H + k_2 J$$

$$B = \frac{B_0}{H_0} H + \frac{B_0}{J_0} J$$

$$\bar{B} = \bar{H} + 4\pi \bar{J}$$

Działanie dynamiczne magnesu robione są od H a nie od B



$dM = dm \cdot h$
 $M = \text{moment magnetyzacji}$

B = indukcja magnetyczna

$$B = \bar{H} + 4\pi \bar{J}$$

B w Kerrach.

H w Oersted

Kerr jest to magnetyzacja takiego magnesu o pow. 1 cm² najdł. się na nim 1 Weber.

Indukcyjność B posiada

Próblem magnesu są magnetyzacja jawne. Niezależnie to przybliżony nie jest one magnetyzacja całkowita tylko rozważamy.

m = masa magn. próżni, zawsze półtora.

M = nie wpływa na indukcję magnetyczną.

$$F = \frac{m \cdot m'}{\mu \cdot l^2}$$

B nie zależy od osi

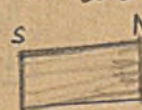
$$B = \sum \frac{mi}{l^2}$$

$$H = \frac{F}{m} = \frac{m}{\mu \cdot l^2}$$

$$H = \frac{1}{\mu} \sum \frac{mi}{l^2}$$

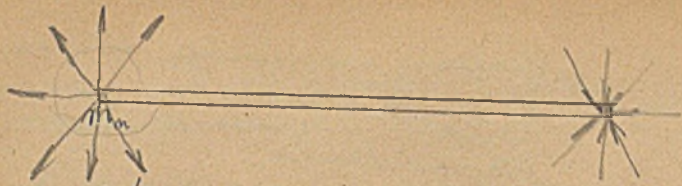
magnetyzacja = moment magn. na jedn. powierzchni.

$$J = \frac{dM}{dv}$$



J charakterystyka kierunku linii. Najbardziej pole w osi magnesu.





Φ - strumień magnetyczny

$$\Phi = 4\pi m$$

$\phi = 13M$ przechodzi 13 linii indukcyjnych

Z każdej strony
miej. m. wzdłuż
strumienia $4\pi m$.
Jednostka strumienia
jest Maxwell.

Przez każdy cm
przechodzi strumień
 $\phi = 4\pi m$ linii



$B = \frac{\Phi}{S}$ dla pola ziemskiego pola.

Prawa Gaussa

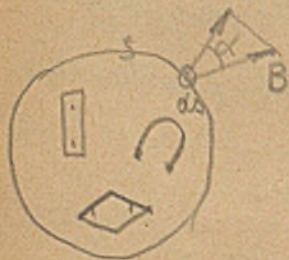
$$\phi_s = 4\pi \sum n$$

$$\sum (n_i) = 0$$

Strumień dla
każdego zamkniętego
otworu
wynosi 0.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$$

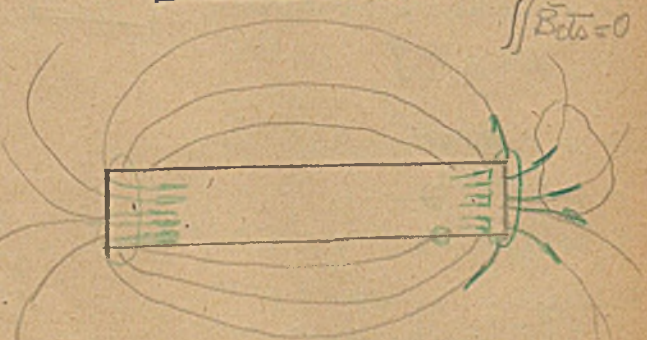
$$\iint \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$$



$$\psi = 4\pi \sum Q$$

$\psi = 8$ linii

Suma linii wychodzących
musi być równa sumie
linii wchodzących.



$$\vec{B} = \vec{H} + 4\pi \vec{J}$$

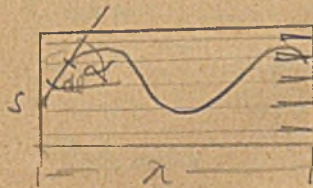


$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint \vec{H} \cdot d\vec{l} + 4\pi \oint \vec{J} \cdot d\vec{l}$$

całka obwodu wektora B równa się
sumie całek obiegowych wektorów H i J

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = 0$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = 4\pi \oint \vec{J} \cdot d\vec{l}$$



$$\int_s^N \vec{J} \cdot d\vec{l} = \int_s^N \vec{J} \cdot d\vec{l} \cos \alpha$$

$$\int_s^N J \cos \alpha \cdot dl = J \cdot l$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = 4\pi J \cdot l$$



$$B \oint dl = B \cdot l$$

$$B \cdot l = 4\pi J \cdot l$$

$$B = 4\pi J$$

$$\frac{\Phi}{J} = B$$

$$J = \frac{B}{4\pi}$$

dla pola powierzchniowego.
by w pierścieniu było
strumień Φ to magnetyczna
musi wynosić $\frac{B}{4\pi}$

$$J = \frac{B}{4\pi} = \frac{\Phi}{4\pi \cdot s}$$

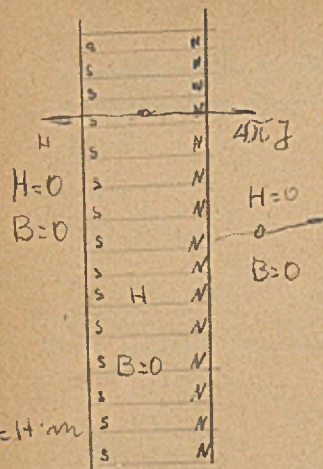
$$l = \infty$$

$$B \cdot l = 4\pi J \cdot l$$

$$B = 4\pi J$$

$$J = \frac{dM}{dV}$$

Przemyślenie i magnetyzm.



$$\vec{B} = \vec{H} + 4\pi \vec{J}$$

$$B=0$$

$$0 = H + 4\pi J$$

$H = -4\pi J$ charakterystyka pola wektorowego skierowanego wzdłuż osi.

Przemyślenie nie wytwarza strumienia $\Rightarrow B=0$. Indukcji nie ma wcale.

Przemyślenie dynamiczne jest typem prądu stałego.

27. XI. 1947r.

$$U_{ma} = \int_a^b H \cdot dl$$

$$H = \frac{F}{m} \quad H = \frac{1}{\mu} \sum \frac{m_i}{l^2}$$

$$F = H \cdot m$$

$$A = \text{praca}$$

$$A = F \cdot l \quad \text{praca w polu magnetycznym}$$

$$A = \int F \cdot dl = m \int H \cdot dl$$

$$U_m = \frac{A}{m} = \int H \cdot dl$$

$$A = m \cdot U_m$$

$$A = Q \cdot U$$

praca w polu magnetycznym
nie ma się identyfikacji
z pracą w polu elektrycznym
i nie ma się do niej odnosić

atomowa energia może domagaj się. daję napięcie.

$$U_m = \int_1^2 \vec{H} \cdot d\vec{l} = V_{m a} - V_{m b}$$

$$V_m = \frac{1}{\mu} \sum \frac{m_i}{l_i}$$

$$V_p = \frac{M_1}{\mu l_1} + \frac{M_2}{\mu l_2} + \frac{M_3}{\mu l_3} + \frac{M_4}{\mu l_4}$$

$$V_p = \int_0^{\infty} \vec{H} \cdot d\vec{l} = \frac{1}{\mu} \sum \frac{m_i}{l_i}$$

$$V_{mp} = \int_0^{\infty} \vec{H} \cdot d\vec{l}$$

$$\vec{H} \cdot d\vec{l} = H \cdot dl \cdot \cos \alpha$$

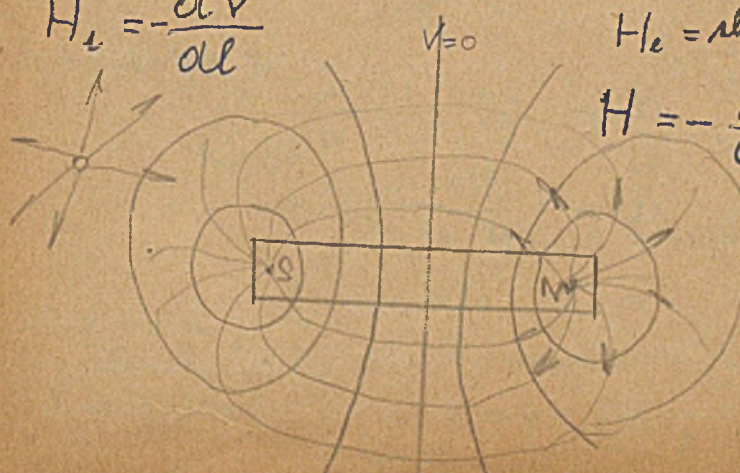
$$dV = H_e \cdot dl$$

$$H_e = H \cos \alpha$$

$$H_e = -\frac{dV}{dl}$$

H_e = składowa w kierunku l .

$$H = -\frac{dV_m}{dl_m}$$



Powinno się ekwiwalencja.

Zmienił przebieg \perp do powierzchni ekwipotencjalnej.
 Największe na pow. ekwipotencjalnej jest $\alpha = 90^\circ$.

$$A = nr \cdot U \quad U_m = V_m = V_{mb}$$

$W = \text{energia}$

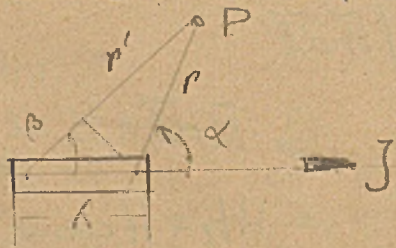
$$dW = \frac{1}{8\pi} H \cdot B \, dV \quad \text{w ergach dla nieskończonego cylindra}$$

$\overline{W}_m = \text{gęstość energii magn. na jednostkę}$

$$\overline{W}_m = \frac{1}{8\pi} H \cdot B \quad \text{w erg/cm}^3 \quad \text{w nieskończonego cylindra}$$

W polu magnetycznym jest energia magnetyczna.

Zmieni pole magnetyczne tworzący r promieniowania jest fal elektromagnetyczny.



$$dV_p = \frac{dm}{\mu} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} \right)$$

$$= \frac{dm}{\mu} \frac{r' - r}{r \cdot r'}$$

$$= r^2 + r \cdot l \cdot \cos \beta$$

$$r' = r + l \cdot \cos \beta$$

$$dV_p = \frac{dl}{\mu} \frac{r \cdot \cos \alpha - r}{r}$$

$$dV_p = \frac{dl}{\mu r^2} \cos \alpha$$

dla punktu P
 bardzo oddalony
 $r = r'$

$$K J = \frac{dM}{dV} \cdot K$$

$$v = K \cdot dl$$

$$K J = N$$

$$N = \frac{dM}{dV} \quad \text{potęga magnetyczna}$$

(moc magnetyczna)

$$dM = N \cdot dV$$

$$V_p = \frac{N}{\mu} \left(\frac{dV}{r^2} \cos \alpha \right)$$

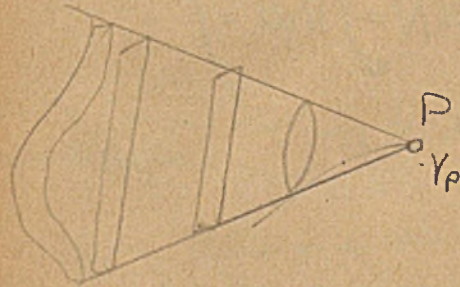


$$dV = \frac{N}{\mu} \left(\frac{dV}{r^2} \cos \alpha \right)$$

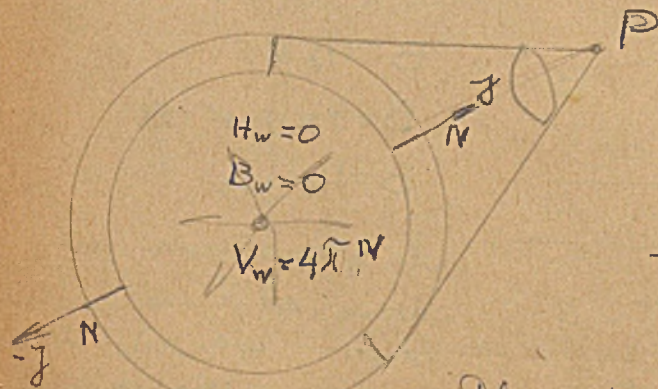
$$V_p = \frac{N}{\mu} (\omega)$$

$$N = J \cdot \lambda$$

$\omega = \text{kat bryłowy, pod którym}$
 pow. widziemy



kat bryłowy
 ten sam.



$$V_n = 0$$

$$V_m = \frac{N}{\mu} (\omega)$$

$$-V_n = \frac{N}{\mu} (\omega)$$

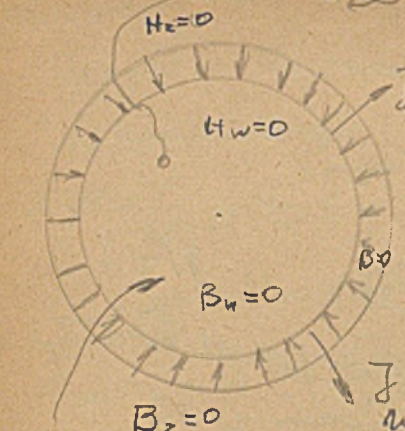
$$V_m - V_n = 0$$

Nieważne strony
 potęgi odwraca się
 $4\pi N$ dla $\mu = 1$.

Dla utworzenia zamkniętego
 potencjału $= 0$. Nieważne bryłowe pole
 magn. stworzone utwór.

$$U_s = 4\pi N$$

Znamy i możemy mieć ma ładnego pola.



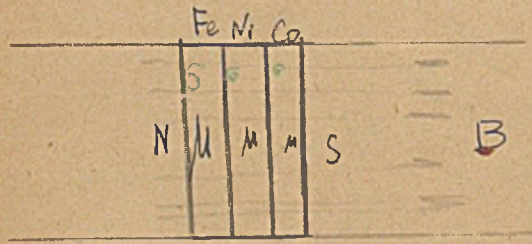
$V_w = 4\pi N =$ H skierwane
 puszczanie
 do muktora J
 $\vec{B} = \vec{H} + 4\pi \vec{J}$
 $H = -4\pi \vec{J}$
 $F = m \cdot I$

Wartości napięcia tkwi to pole

$U = 4\pi N$

$V_w = 4\pi N = \int \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int$

$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = 0$



$B = H_2 \mu_2$
 $B = H_1 \mu_1$
 $B = H_c \mu_c$

dotarcie pola jest
 inne, gdzie ma większą
 przenikalność niż gdzie
 mały magnetyczny.

$B_1 \cos \alpha_1 = B_2 \cos \alpha_2$
 $H_1 \sin \alpha_1 = H_2 \sin \alpha_2$

$\frac{d\phi}{dx} = \frac{H_1 - H_2}{\mu_1 - \mu_2} = \frac{B}{4\pi}$
 $\frac{\tan \alpha_1}{\tan \alpha_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2}$

Linie magnetyczne dla ciał
 ferromagnetycznych rozga-
 szają się.



Wzrost temp. ma sta magn. materii.
 Temperatura masy magnetycznej.

stal twarda wł. magn 700-900

Ni	300
Co	1000

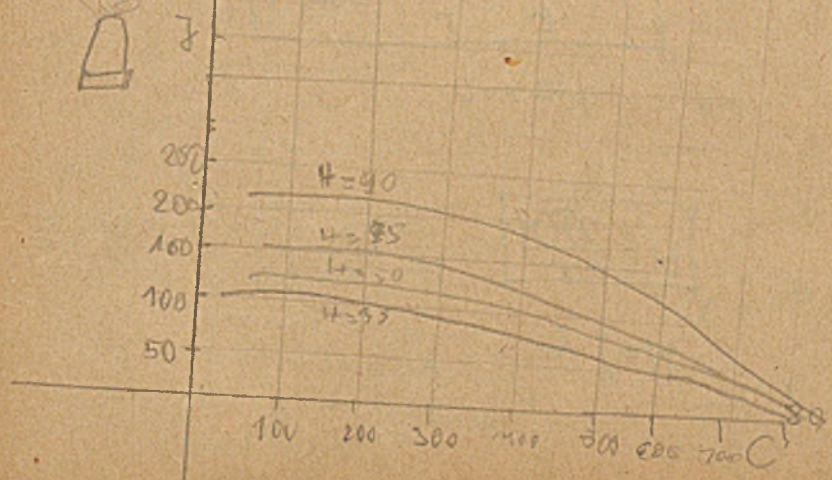
skądże się
 jak dawać.

to to temperaturę przegrzewania.
 Motor elektryczny.

Stosunek się
 kładzie =
 temperatury
 wpływ
 na magnety.



Temperatura obrotu się
 przegrzewania.



2. XII. 1947.

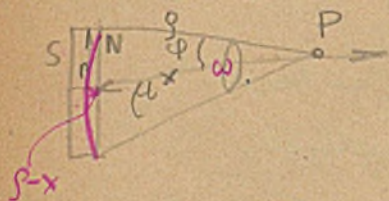
$$H_0 = -\frac{dV}{dl}$$

$$V = \frac{1}{\mu} N(\omega)$$

$$N = J \cdot l$$



Wyznaczenie pola przy pomocy pochodnej potencjału.



$$H_x = -\frac{dV_x}{dx}$$

$$V_x = \frac{1}{\mu} N(\omega)$$

$$\omega: 4x = 2\sqrt{s} (s-x) : 4\sqrt{s} s^2$$

$$\omega = \frac{2\sqrt{s}(s-x)}{s} = 2\sqrt{s} - \frac{2\sqrt{s}x}{\sqrt{s^2+x^2}}$$

$$\frac{d\omega}{dx} = \frac{d}{dx} \left(2\sqrt{s} - \frac{2\sqrt{s}x}{\sqrt{s^2+x^2}} \right) = -\frac{2\sqrt{s}x^2}{(s^2+x^2)^{3/2}}$$

$$H_x = \frac{N}{\mu} \frac{2\sqrt{s}x^2}{(s^2+x^2)^{3/2}} = \frac{N}{\mu} \frac{2\sqrt{s}x^2}{(s^2+x^2)^{3/2}}$$

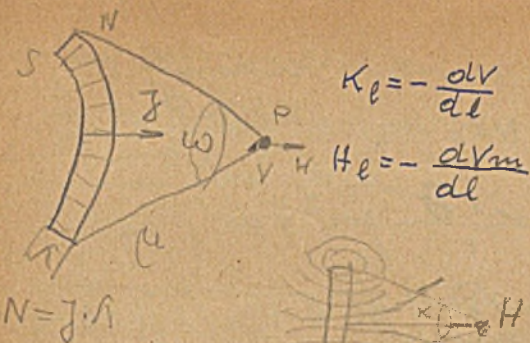
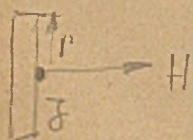
$$H_x = \frac{N}{\mu} \frac{2\sqrt{s}}{r} \sin^3 \varphi$$

dla $x=0$

$$H = \frac{2\sqrt{s}N}{\mu r}$$

$$N = J \cdot l$$

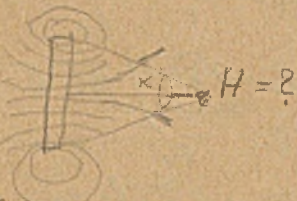
$$N = \frac{dM}{d\omega}$$



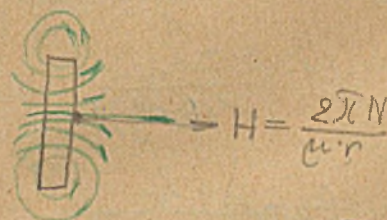
$$K_0 = -\frac{dV}{dl}$$

$$H_0 = -\frac{dV_m}{dl}$$

$$N = J \cdot l$$



Odczytanie potencjału przy pomocy pochodnej potencjału. ($x=0$)
Odczytanie B.



$$H\mu = \frac{2\sqrt{s}N}{r}$$

indukcja magnetyczna \rightarrow $B = \frac{2\sqrt{s}N}{r}$

$$N = J \cdot l$$

$$J = \frac{dM}{d\omega}$$

$$B = \frac{2\sqrt{s}J \cdot l}{r}$$

$$2\sqrt{s}J = \text{const}$$

dla stali nie-ferromagnetycznej, gdy $\mu = \infty$ to $B=0$
dla powietrza niechwilowe rozkładają.

$$B=0$$

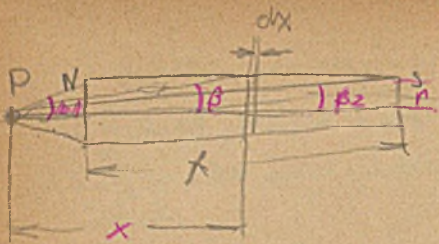
$$H=0$$

$H =$ pochodna potencjału
Kąt między kątami $= 4\pi$
Odczytanie dla wyznaczenia kuli.



$N = \text{const.}$

Jeżeli $B=0$ to nie ma reakcji magnetycznej.
Próba do pomiaru musi być odpowiednio długa i gruba.



$$x = r \cot \beta$$

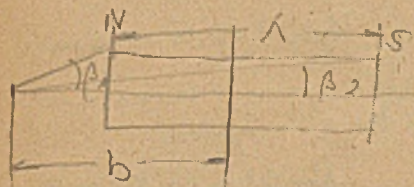
$$dx = -\frac{r}{\sin^2 \beta} d\beta$$

$y = \text{const}$ dłuży B dla
 $N = I \cdot l$ punktu P.

$$dB = \frac{2 \times 10^{-7} I}{r} \sin^3 \beta dx$$

$$B = 2 \times 10^{-7} I \int_{\beta_1}^{\beta_2} -\sin^2 \beta d\beta = 2 \times 10^{-7} I (\cos \beta_2 - \cos \beta_1)$$

$$B = \frac{2 \times 10^{-7} N}{r} (\cos \beta_2 - \cos \beta_1)$$



$$\cos \beta_1 = \frac{b - \frac{l}{2}}{\sqrt{r^2 + (b - \frac{l}{2})^2}}$$

$$\cos \beta_2 = \frac{b + \frac{l}{2}}{\sqrt{r^2 + (b + \frac{l}{2})^2}}$$

dla $b = \frac{l}{2}$

$$B = \frac{4 \times 10^{-7} N}{r} \cdot \frac{1}{\sqrt{d^2 + l^2}}$$

$d = 2r$

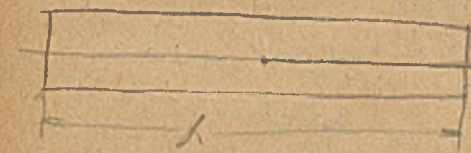
$$B = 4 \times 10^{-7} I \left(\frac{1}{\sqrt{d^2 + l^2}} \right)$$

$$B = 4 \times 10^{-7} I$$

$B \rightarrow 10000$

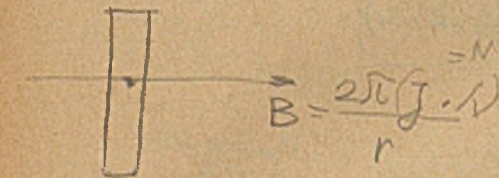
dla nieskończenie
 długiej nitki $l = \infty$
 to B dąży do $4 \times 10^{-7} I$
 jest to maksymalna
 wartość I jaką może
 mieć magnes.
 Min magnes krótkiej
 nitki gony.

B odpowiadająca indukcyjności pętli w miejscu.



$$B = 4 \times 10^{-7} I \frac{l}{\sqrt{d^2 + l^2}}$$

$$B = \frac{4 \times 10^{-7} N}{r} \frac{l}{\sqrt{d^2 + l^2}}$$



$$\vec{B} = \frac{2 \times 10^{-7} (I \cdot l)}{r}$$

Koto magnetyczne.

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \oint \vec{H} d\vec{l} + 4\pi \oint \vec{J} d\vec{l}$$

$$\vec{B} = \vec{H} + 4\pi \vec{J}$$

w polu magnetycznym
 musi być $\oint \vec{H} d\vec{l} = 0$

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = 4\pi \oint \vec{J} d\vec{l}$$



$$\oint \vec{B} d\vec{l} = 4 \times 10^{-7} I \cdot l$$

dla linii przechodzących
 przez magnes.

dla pola magnetycznego

$$\oint \vec{H} d\vec{l} = 0$$

$$\vec{B}_m = \vec{H}_m + 4\pi \vec{J}_m$$



$\Phi =$ strumień
 magnetyczny

$$\frac{\Phi}{lm} = B_{magnetyczna}$$

$$\Phi = \int \vec{B} d\vec{s}$$

$$\vec{B}_m = \vec{H}_m + 4\pi \vec{J}_m$$

$$\vec{B}_m = -\vec{H}_m + 4\pi \vec{J}_m$$

$$\vec{B}_m = 4\pi \vec{J}_m - \vec{H}_m$$

$$4\pi J_m = B_m + H_m$$

$$4\pi N = B_m l_m + H_m l_m$$

$$-H_m l_m + H_z l_z + H_p \cdot l_p = 0$$

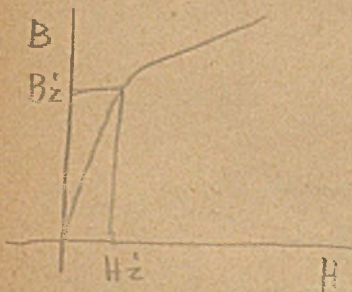
$$H_m l_m = H_z l_z + H_p \cdot l_p$$

$$N = \frac{1}{4\pi} (B_m l_m + H_z l_z + H_p l_p)$$

$$H_p = H_{\text{powietrza}}$$

$$H_z = H_{\text{żelaza}}$$

Wzór ma charakter magnetyczny.



$$\frac{\Phi}{\Delta} = B_m$$

$$H_p = B_p$$

$$\frac{\Phi}{\Delta_z} = B_z$$

$$\frac{\Phi}{\Delta_p} = B$$

przykład:

$$\Phi = 100000 \text{ weber}$$

$$\Delta = 20 \text{ cm}^2$$

$$B_m = \frac{100000}{20} = 5000$$

$$H_{\text{żelaza}} = 2 \text{ z talia}$$

$$H_z l_z = 30 \text{ cm} = 60 \text{ cm}$$

$$H_p = B_p = 500 \text{ weber/cm}$$

$$\frac{1}{4\pi} \sqrt{5000 \cdot 10 + 2 \cdot 30 + 5000 \cdot 1} = 10 \cdot J$$

$$J = \frac{5000}{4\pi} + \frac{6}{4\pi} + \frac{500}{4\pi}$$

$$J = 550 \text{ Amperów}$$



$$2 \cdot \delta_p = l_p$$

obliczyć B_p dla rozcięcia powietrznego.

$$J_m \cdot l_m = \frac{1}{4\pi} (B_m l_m + H_z l_z) + H_p \cdot l_p$$

$$J_m = \frac{1}{4\pi} (B_m + B_p \frac{l_p}{l_m})$$

Długości J_m dotyczy $\frac{l_p}{l_m}$

Wzrostowa rośnie magnetyczna linia i trafia do nieciągłości magnetycznej dzięki czemu namagnesowanie

$$l_p = 1 \text{ cm}$$

$$n.p. \frac{l_p}{l_m} = \frac{1}{20}$$

Dla lepszych magnesów (magnetycznych) można zwiększyć siłę i trafia do J_m jest większe.

l_p powinno być jak najmniejsze.

zako magnetyczna.



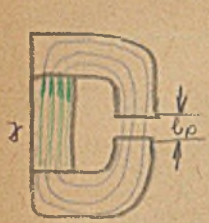
zako tylna miedzi.

$$J_m l_m = \frac{1}{4\pi} (B_m l_m + H_z l_z + B_p l_p)$$

$$\Phi = B_m l_m \quad l_m = \text{średnica magnesu}$$

zako magnetyczna

3. XII. 1947r.



$$\frac{\Phi}{\Delta m} = B_{magn}$$

$$J \cdot l_m = \frac{1}{4\pi} (B_m l_m + H_z l_z + B_p l_p)$$

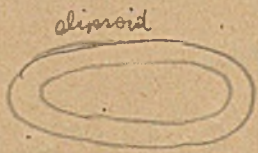
$$J = \frac{1}{4\pi} (B_m + H_z \frac{l_z}{l_m} + B_p \frac{l_p}{l_m})$$

N_z - sila magnetyczna...

$J = 500 \rightarrow 800$ Gauss
 typ drutowy magnes.
 Wzrosty stala hartowana w 800° . Ochlodzić się jej przez dwie
 w wodzie w temp 100° . doogrzanie się jej w formach.

toroid

alipsoid



Stal 0,7 - 1,17% C.

Remant 5300 gaussów $J = 500$

Stal chromowa. 0,9 - 1% C

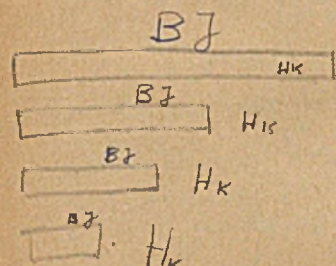
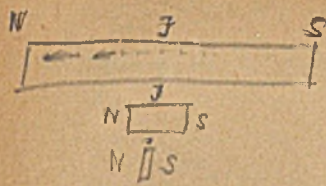
Stal wulfenowa 0,76 - 0,96% C. Wzrost. 2,7%

$B = 10000$ gaussów. temp. hart. 800°

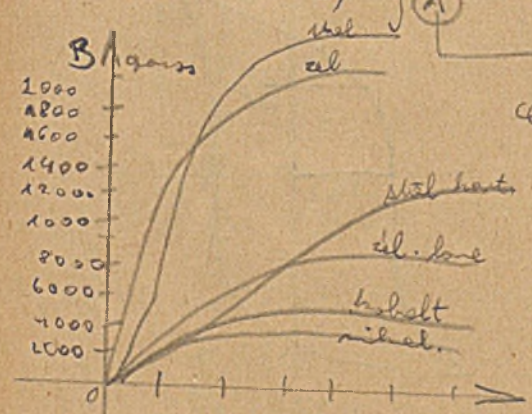
Stal modyfikowana: Nb. 3,5 - 4%. 0,5 - 1,24% C

$B = 6700$ gaussów.

Stal hartowana: $B = 15000$ gaussów



$$H_i = \frac{4\pi \cdot J_z}{10l} \left(\frac{l}{\sqrt{a^2 + l^2}} \right)$$



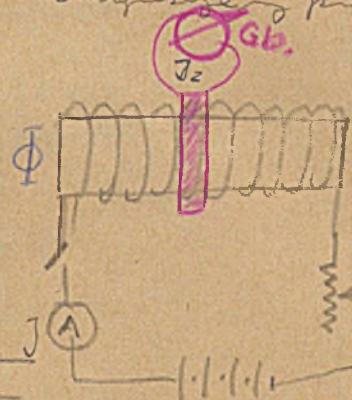
$$B = H + 4\pi J$$

$J = \text{const} = \text{magnetyczna}$
 magnetyczna.

Prądy magn. drutowy demagnetyzacji
 tym bardziej im magnes jest historyczny.
 Najbardziej demagnetyzacja nie ma
 ze sobą niechcący. Najbardziej o stali
 kobaltowej.

$H_k = \text{koercja}$

Magnetyzacja prądami stałymi.



prąd prądowy
 amperometry.
 mierzą prąd
 prąd górnym to
 kalibrem magnetycznym
 wstawia Φ

$$\frac{\Phi}{\Delta} = B$$

Charakterystyki magnetyczne

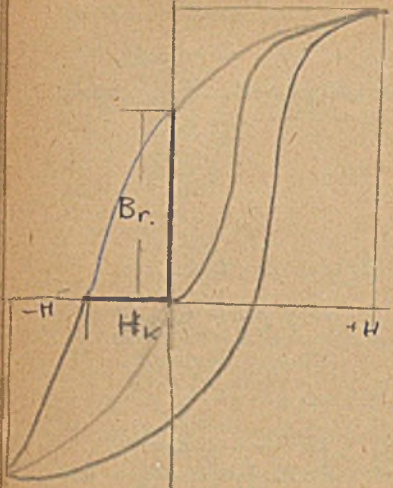
$$B = f(H)$$

relacji indukcyjności B od
 indukcji H.

albo prądy toroidalne.

Prąd prądowy magnetyczny
 nie należy mylić
 magnetyczny.

Petliça histerezis.



B_r = indukcja pozostała
po zerowaniu prądu
do zera

Przemieszczenie magnetyczne
(energia bez dro).

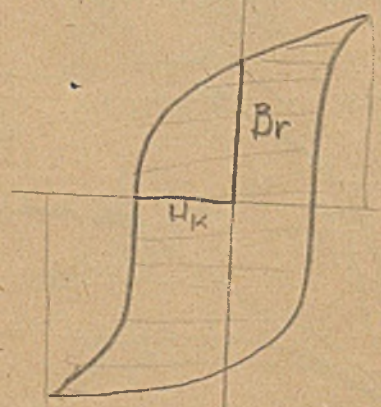
H_k = natężenie koercyjnego.
H potrzebne do zmniejszenia
B do zera (tyż odwrócenie
stygged histerezis deszdije, czy
materiał odwróci się do magnetyczności)

stal miękka



Pow. histerezis jest prop.
do energii potrzeb. do
przemagnesowania
materiału.

stal twarda



Jeden rdzeń nie prządze
złożony nie może być
ze stali twardo i łatwo
międkiego.
Muszą być laminowane.
Wielokrotny rdzeń w transformatorze
nie transformuje, oraz straty
na prąd wierce.

Materiał musi być dwójfazowy i długi koercyjny. (magnesy stalowe)
Magnesy musi być niecałkowicie na wewnątrz. (obrotowy w bryłkach)
Przebieg histerezis w fazie jest teni 10% omenstr.
musi być niecałkowicie na zmianę temperatury.
Przedobrona z awaryj. (Przemysłowe i inne nieodwrac.)



Stal miękka B_{max} 21000 magnesy $H=1000$ aerd.
 B_{rem} 8000

stal twarda
 J_{max} 1600
 H_{kmax} 0,7
 J_{max} 900
 B_{max} 12300
 H_k 11
 B_{rem} 500

Ni. J 500.
 H 1000
 B_r 3400
 H_k 7
 B 7200

stal twarda
 J 1500
 H_{max} 1000
 B 12000
 H_k 2,4
 B_r 10000

stal twarda
 J 1100
 H 1000
 B_r 18500
 B_r 11000

Co
 J 1200
 H 1000
 B 16000
 B_r 3000
 H_k 12

4. XII. 1947r.



ndinivij magneta.
 Yest to sila potrebna
 do odnivanja magneta od jaina zvoznika.

$$P = \frac{2\pi r^2}{\mu} \quad \mu = 1$$

$$F = 2\pi r^2 \cdot s \cdot \text{dyn}$$

$$J = 6 \text{ m}$$

$$\bar{B} = \bar{H} + 4\pi \bar{J}$$

$$J = \frac{1}{4\pi} B \quad H = 0$$

$$J = \frac{dM}{dV} = \bar{B}$$

$$F = \frac{2\pi \cdot B^2 \cdot s}{(4\pi)^2}$$

$$F = \frac{B^2 \cdot s}{8\pi} \text{ dyn}$$

$$k_p = 981000 \text{ dyn}$$

$$F = \frac{B^2 \cdot s}{8\pi \cdot 981000} \text{ kp.}$$

$$B_R = 10000 \text{ G. remant.}$$

$$s = 1 \text{ cm}^2$$

$$F = \frac{10000 \cdot d}{8\pi \cdot 981000} \sim 4 \text{ kp.}$$

Najbolje od divizija, na cm^2 4 kg poredak
 na cm^2 a po. divizija.
 po. divizija na cm^2 je najjednostavnije.

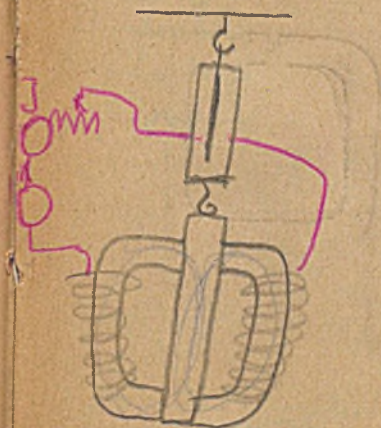


ndinivijem miznog B.

$$B = \sqrt{\frac{8\pi \cdot F}{s} \cdot 981000} = 4.963 \sqrt{\frac{F}{s}}$$

$$B = 4.963 \sqrt{\frac{F}{s}} \text{ u gussach.}$$

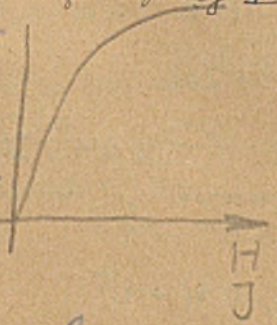
Dinamic pomera indukcia magnetnog B.



$$B = 4.963 \sqrt{\frac{F}{s}}$$

$$H = \frac{4\pi Jz}{10 \cdot l}$$

$$\phi = \frac{4\pi Jz}{10 \cdot s} \quad S = \frac{l}{\mu}$$



Prerazak posol.

S = opot magnetnog.

Yest to pomera tehniy.

phi = w Maxwella.

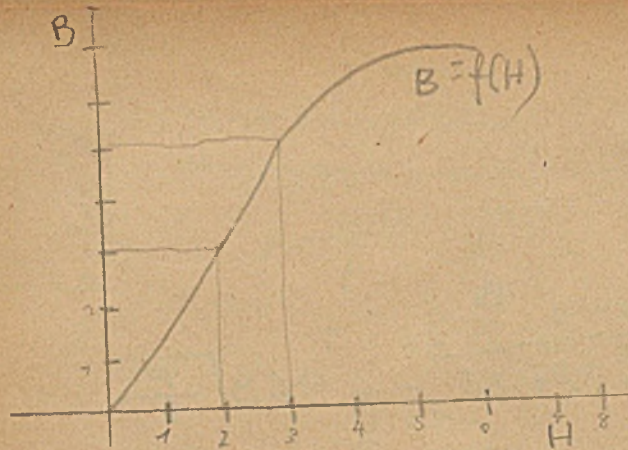
Pomera torobolem.

S = w Walleia.



Mucasi by
 ni klapatli.
 Mucasi mui
 by sechustajme.
 horka argo na
 sed. pl. s. s. t.

Stale oder ne drugie
 krasofenie.
 Proradnost pri sady
 = sila p. n. r. zvoznika
 $H = \frac{4\pi Jz}{10 \cdot l} \quad l = 2\pi r$



$$H = \frac{4\pi \cdot J_z}{10 \cdot l}$$

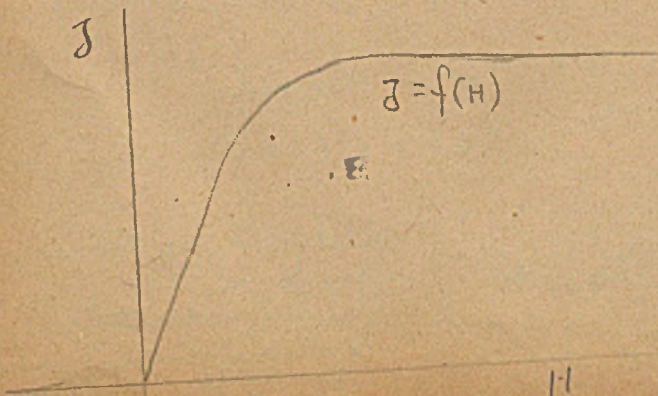
$$B = C_2 \alpha$$

$$H = C_1 J(A)$$

Przy pomiarach potrzebny
symptom i nie
długość.

$$B = H + 4\pi J$$

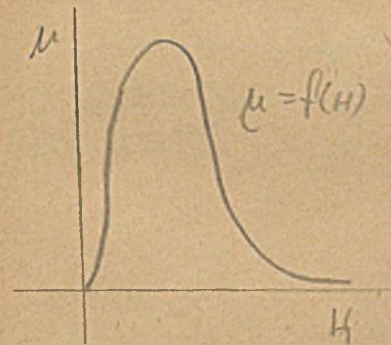
$$J = \frac{B - H}{4\pi}$$



α = kąt nachylenia
wzrostu
ustrojenia
galwanometry
kolistego

y dozy do
noszenia
magnetycznego.

$$\frac{B}{H} = \mu = \text{przemienność magn.}$$

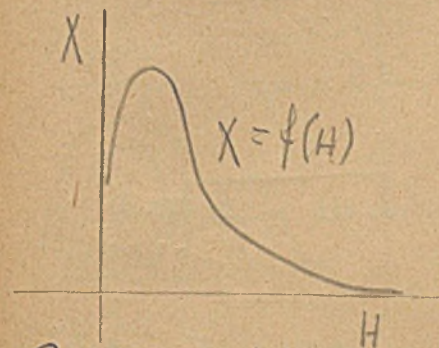


$$\mu_{max} = 3000$$

$$X = \frac{J}{H}$$

$$\mu = 1 + 4\pi X$$

$$X = \frac{\mu - 1}{4\pi}$$



Stop głuszenia nie
możemy nie. Wykaza
się do polaryzacji nie może
wyjaśnić.

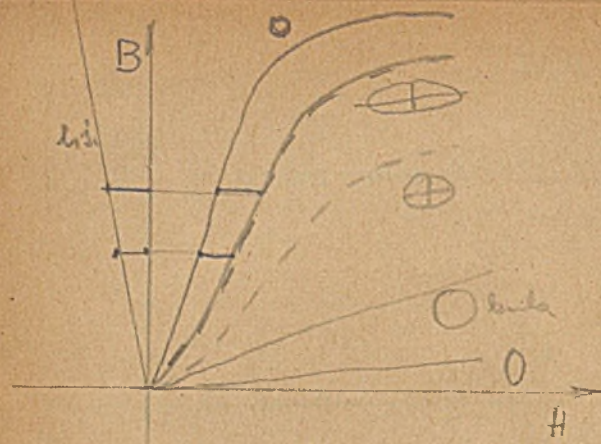
Pomiar kątów i odkształceń pól magn.



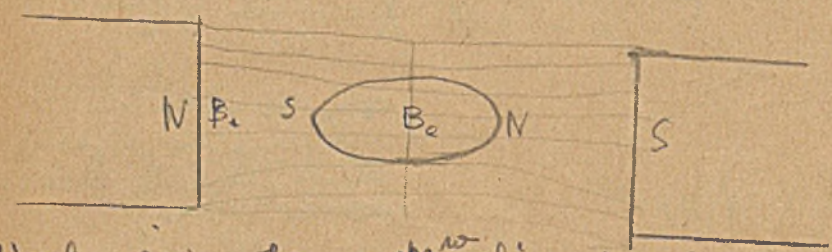
jest solenoid jednorodnie
naswozony.

Wzrost rozkładu galwanometry
jest miarą $B \cdot H$.

$$B = C_2 \alpha_1$$



Charakterystyka zależny od kształtu pola.
 Wprowadzamy dla konstanty linii, 'siłowej'.



Wzrost jednostajności eliptycznej pole jest jednostajne.

$H_0 = H$ odnormalizowane.

$H_0 = K H_i$ $K =$ współcz. kształtu eliptycznego.

K dla ∞ długości $= 4\pi$

dl $\frac{B}{H} = 1 = 1,488$

$H_i =$ natężenie wirnika amperowemu.

właśnie linijny odkształcenie pola eliptycznego.

Przy polach dwuwymiarowych trzeba stosować składowe
 by uzyskać właściwą wartość. (dopóki do punktu
 na odwróconej krzywej).

Remont eliptyczny jest tożsamy z odkształceniem, że linie
 indukcyjnej nie są równoległe.



$$J = \frac{B-H}{4\pi}$$



to ma znaczenie poziomu odkształcenia
 indukcyjnego J

Przynajmniej Deprez-Darsonwalle'a
 błądami w tym celu.



punkt
 magnetyczny

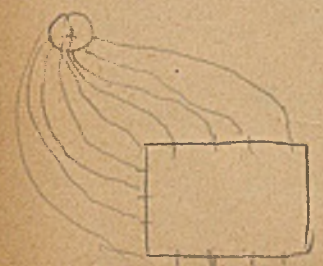
ponieważ nie ma odkształcenia
 indukcyjnego przy niedokładności
 przesyłki.

Ośrodek magnetyczny.

Ośrodek przed wpływem pola magnetycznego.

Skorzystanie z teorii Faradaya'a.

Praca gęstości energii i siły



Zupełnie chłodny elektromotor.

Płyty z nichryzu i żelaza.

Wykonalono pomiary do minimum
składowego prądu.



Magnetyzm ziemski.



deklinacja.

W Europie $-4^{\circ}58'$ nachylenia

Tyflis $+2^{\circ}$ nachylenia.

Yłaz między poziomem a rzeką
rozpuszcza się i krystalizuje.

Wzrostowa $62^{\circ}19'$

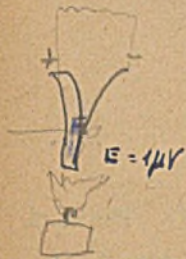
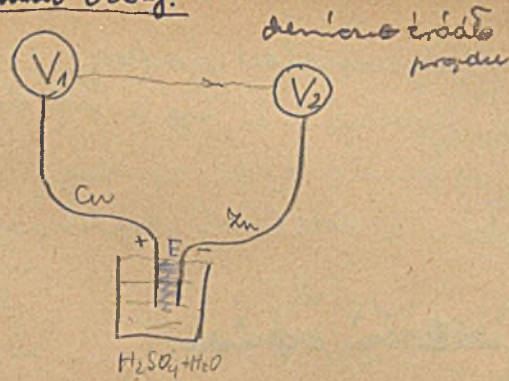
Hadziha $= 0,2$ odcinka

$H = 0,2 Q$ w polsce.

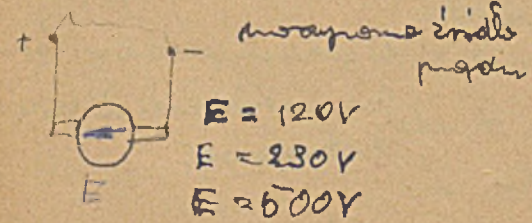
Ogólnie Voltz.

9. XII. 1947r.

$E = 1V$



termiczne źródło prądu



rozróżnione źródło prądu

$E = 120V$
 $E = 230V$
 $E = 500V$

$\eta = 0,95\%$ sprawności.

Przy połączeniu V_1 i V_2
potencjał się wyrównuje.

Półka elektromotoryjna
SEM a jej wielkość E .
mikroskopowa jest
przy końcu wrażliwej.

Tworzą się warstwy
podłożone.

Przeniesienie się
elektryczności ewentualnie
prąd.

Yłaz prądu:

W obwodzie prąd
pływie od $+$ do $-$, a w
ogólnie od $-$ do $+$.

SEM jest różno odnośnicą

SEM prowadzi elektryczność.

SEM jest to działanie

natwy elektr. najsilniejsza

się w ogólnie, nieporad

kręgowych termoelektr.

rozniży potencjału

zobacz str. w obwodzie

prąd obrotowy.

$$\eta = \frac{\text{produkcja}}{\text{wzrost}}$$

Dziśno Volity polarizuje się (SEM spada) obłączyła
związi cynku.

Polarizację usunąć przez depolarizator:

Cynk amalgamuje się. Uwaga! ma węgiel na cynku.

Na kAmpier prądu zwraca się 1,2 gr. cynku.

Depolarizator podłączenie wodór reakcji

160 kV dla ~~xxx~~ Röntgen'a.

SEM nie zależy od **wielkości** ogniw.

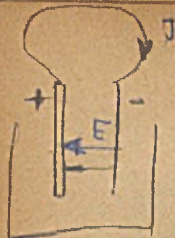
Rowland.



Przy pierwszym
dwań różniach
naboi nie męży
stwierdzić rodzaju
prądu.

W elektrolitach prąd
jest ruchem jonów
(nieadwersne +).

W gazach prąd (jonów)
kanalikowe i prądów
katodowe.



$$J = \frac{Q}{t}$$

$$mA = 10^{-3} A$$

$$\mu A = 10^{-6} A$$

$$kA = 10^3 A$$

$$J = k \cdot \frac{Q}{t}$$

$$E = V_0^+ - V_0^-$$

w stanie jałowym gdy $J=0$
(bez prądu)

SEM zmienia mierzony
tylko bez prądu.

SEM obliczają mierzony
róż prądów.

Super jest to natężenie prądu **stałego**,
w którym nie ma nic przepływa
przez przewodzący 1 coulomb.
Kamień to holo jest coradiaz
wobec przepływu prądu
stałego. (obwód bez żadnych
przewo)

wzrost na: **Grünspan**, tlenu Cu.
zardzewa 25 Watt wrzawa przy 100V
 $\frac{1}{4}$ Ampere. Watt = Ampere · Volt.

Motor prądu stałego - linea
na kornie przy 100V, 8A.

Do porównania i mierzony doradczego
celownika potrafi $\frac{1}{10} A$.

Uważać na 2000 a ino opone.
Cenne gabonometry drzewa.
na 10^{-12} Ampere.

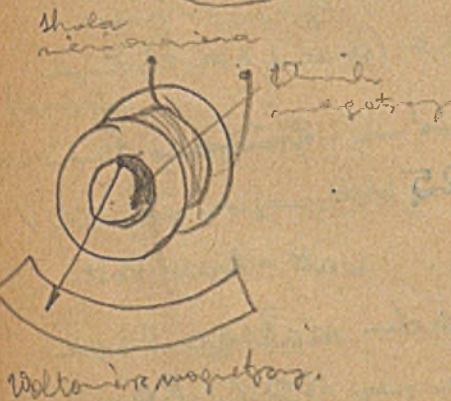
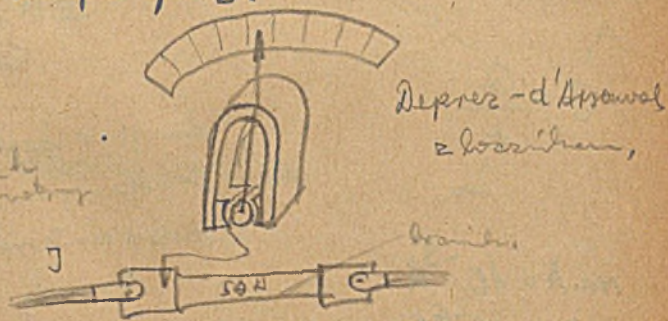
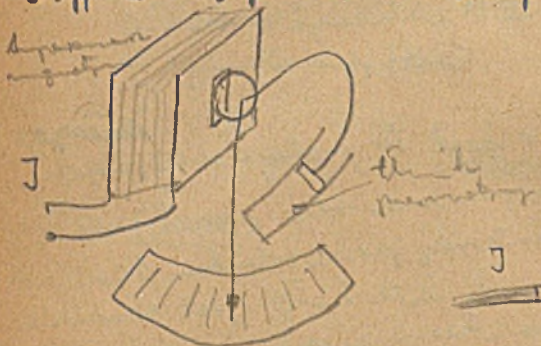
Dla prądu ciągłego

Dla stałego prądu

$$J_t = \frac{dQ_t}{dt}$$

$$J = \frac{Q}{t}$$

Wskazywanie prądu miernym amperomierzem,
dajmy to jest elektromagnetyczny.



$$J = \frac{Q}{t}$$

$$J_t = \frac{dQ}{dt}$$

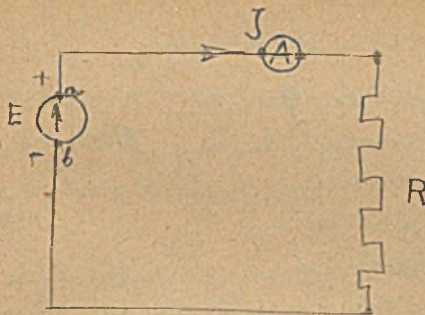
$$R = \frac{l}{qS}$$

l = dł. przewodnika
 q = przekrój - . -

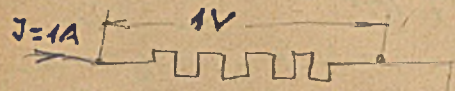
S = opór właściwy

$$\frac{1 \text{ cm}}{q = 1 \text{ mm}^2}$$

α = temp. współr. oporu.



Srebro Cu w temp. 15°C ma 0.0163 Ohma



Od 1940 r.

opór srebra 106.250 mm.

ciężar Hg w 0°C = 14.4453 g
Ω elektromagnetyczny.

G = przewodność

$G = \frac{1}{R}$ ile razy lepszy
przewodnikowy
material od Hg

Do zbudowania dajmy garu
by nie zastąpiło wolframu
niepłynne wolframowe.

10. XII. 1947 r.

Do roku 1939

Opór Ω międzyrodowy.
Opór 1 Ω ma długość 106.250 mm
w temp. 0°C. int Ω

c. w. Hg 14.4521 g
w temp 0°C

Opór int.

Al. 0.02874

Au. 0.022

Hg. 0.0163

Cu. 0.0175

W. 0.02874

11. XII. 1947r.

$$\rho = 10^4 \rho'$$



dla elektrod wbi się małe odstępki i dnie powierzchni.

$$R = \frac{l}{S} \rho$$



$$R = \frac{l}{S} \rho$$

dla elektrolitów

$$R = \frac{l}{S} \rho'$$

Stop 2 metali ma większy opór, niż składniki.

Do sprężników $\rho = 0,85$ Kruppina
Czysta woda i kwas. 80% Fe, 20% Ni
i izolatorami, dopiero roztopiony
woda przewodzi.

Opór kwasu = około $14000 \frac{\Omega \cdot \text{m}}{\text{mm}^2}$
Sole = " - $200000 \Omega \frac{\text{m}}{\text{mm}^2}$

CaO $\rho = 7,7 \cdot 10^9$

Plomb i niobki przy podgrzaniu
stają się przewodnikami.

BaO $\rho = 10^6$ ρ'

Opór szkła, które się sam wytopić.

$$R = \int \frac{dl}{a} \rho$$

$$R_t = R_0(1 + \alpha t + \beta t^2 + \gamma t^3 + \dots)$$

od 0 - 100°C

$$R_t = R_0(1 + \alpha t)$$

R_0 = opór w 0°C

α = wzrost oporu przy podgrzaniu
o 1°C.

$$R_1 = R_0(1 + \alpha_0 t_1)$$
$$R_2 = R_0(1 + \alpha_0 t_2)$$

dla Cu

$$\alpha_0 = 0,00427$$

$$k = \frac{1}{0,00427} = 235$$

$$\alpha_1 = \frac{1}{235 + t_1}$$

$$\alpha_{15} = \frac{1}{235 + 15}$$

$$\alpha_{15} = \frac{1}{250}$$

$$\alpha_{15} = 0,004$$

Kilka stopni przed
-273°C opór przy
większych metalach
spada do 0.
Supr przewodność.

$$R_2 = R_1[1 + \alpha_1(t_2 - t_1)]$$

$$\alpha_1 = \alpha_0 \left[\frac{1}{1 + \alpha_0 t_1} \right] -$$

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_0}{1 + \alpha_0 t_1}$$

$$\alpha_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_0} + t_1} = \frac{1}{k + t_1}$$

$$R_2 = R_1(1 + \alpha_1(t_2 - t_1))$$

$$R_2 = R_{15}[1 + \alpha_{15}(t_2 - 15)]$$

α = wzrost oporu na stopień.

Podgrzanie o 100°C

opór wzrasta do 40%

gdzie w 15°C miało 100 Ω

to w 100°C - " - 140 Ω

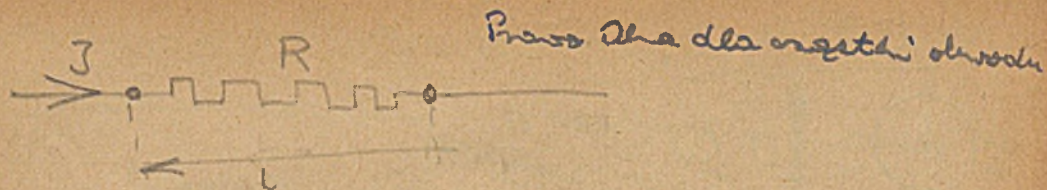
Elektrolity zmniejszają opór. $\alpha < 0$

ρ' = opór przewodnik.

$$\rho' = 8 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^5 \Omega$$



dziwnie o.



Praca dla przepływu prądu

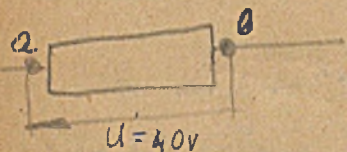
$$U = J \cdot R$$

V A Ω

charakterystyka konduktancji równoważnej
i obciążeniowej



Praca prądu = kier. celowania



$$U = V_a - V_b$$

Praca, gdy kierunek prądu

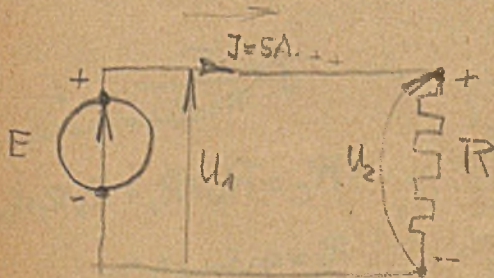
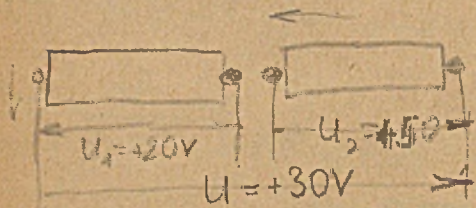
$$U_1 - U_2 + U = 0$$

$$\oint K dl = 0$$

$$U = U_2 - U_1$$

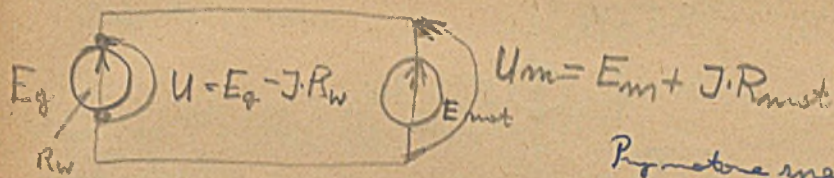
$$U = (50) - (+20)$$

$$U = +30$$



Praca prądu strażaka
kierunek prądu dodatni
J kierunek kierunku prądu.

Wzrost dla generatora



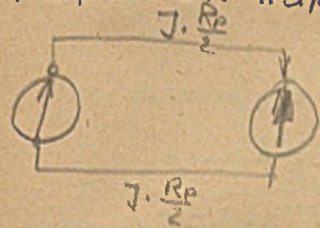
Praca prądu w generatorze

Wzrost napięcia w generatorze
przebieg w SEM.

$$U \cdot J \cdot dt = E J dt + J^2 R dt$$

dotychczas praca mechaniczna do prądu ciepło Joule

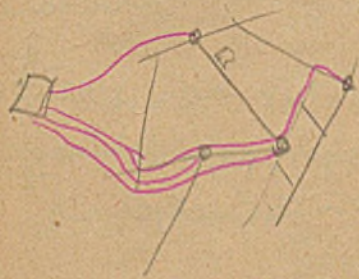
3. Spadek napięcia.



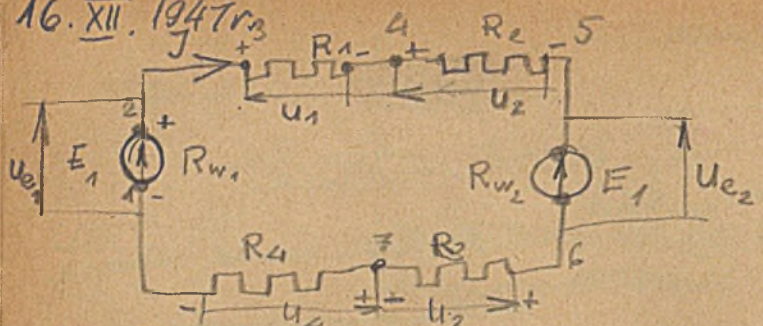
$$\Delta U = J \cdot \frac{l}{q} \rho$$

spadek.

Charakterystyka spadku
napięcia w przewodzie
przebieg w SEM.



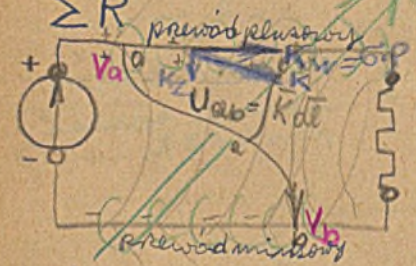
16. XII. 1947 r.



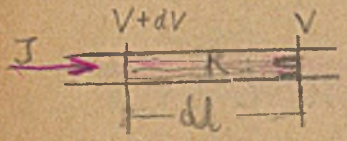
$$J = \frac{E_1 - E_2}{R_{w1} + R_{w2} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_p + R_5}$$

R całego kola

$$J = \frac{\sum E}{\sum R}$$



$$U_{ab} = \int_a^b K dl$$

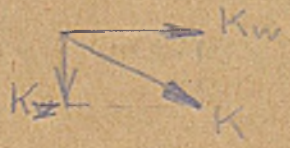


$$dR = \frac{dl}{q} \rho$$

$$dV = J \cdot dR = J \frac{dl}{q} \rho$$

$$dV = K \cdot dl = J \frac{dl}{q} \rho$$

$$K = \frac{J}{q} \rho$$



Uzrost wyznaczanie gęstości prądu i potencjału.

Uzrost dostajemy z równania wartości potencjału to po prostu iloczyn struktury

Wypływ potencjału +, minus -.

- powrót
- koniec

Linie pola elektr. między przewodnikami.

Obwódowi prądu statycznego tworzący pole elektryczne i pole magnetyczne.

$$K_w = \sigma_j \cdot \rho \quad \sigma = \frac{J}{q}$$

$$U_{ab} = \int_a^b K dl = V_a - V_b$$

W obwodzie prądu małego pola elektrycznego ze względu na prawo oświadczenia i statystyki.

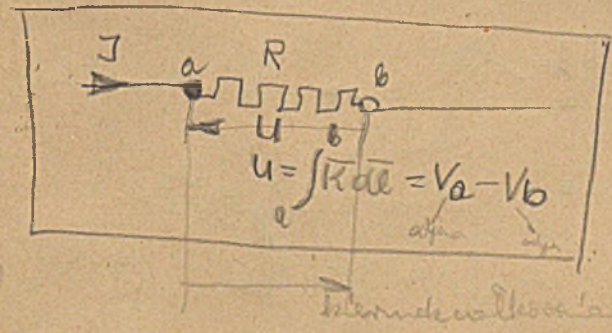
$$U_{e1} - U_1 - U_2 - U_{e2} - U_3 - U_4 - U_p - U_5 = 0$$

$$\oint K dl = 0$$

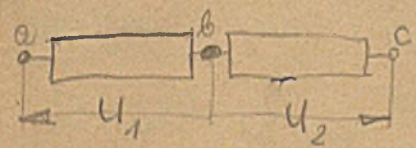
$$\sum \epsilon = \sum JR$$

Linie sil e. i magnetycznych tworzą nieprzerwaną i zamkniętą sumę spadku napięcia.

$$\int_1^2 K dl + \int_2^3 K dl + \dots = 0$$



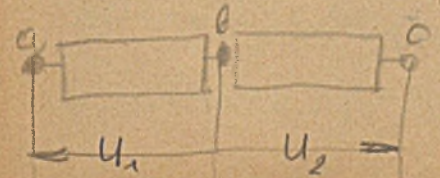
Uzrost wyznaczanie dla dostaw wartości U i punkt o napięciu potencjału



$$U_1 = V_a - V_b \quad U_2 = V_c - V_b$$

$$\oint K dl = 0$$

$$\sum U = 0$$



$$U' = V_a - V_c$$

$$U'' = V_a - V_b$$

$$U' = U_1 + U_2 = 0$$

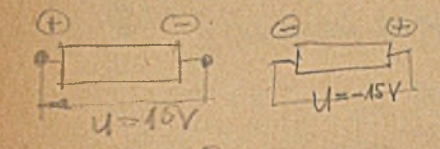
$$U' = U_1 - U_2 = (V_a - V_b) - (V_c - V_b) =$$

$$U' = V_a - V_b$$

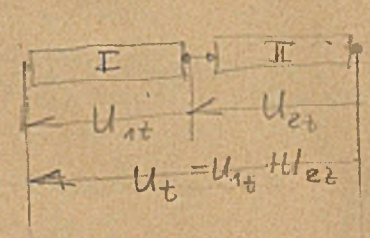
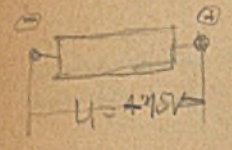
$$U'' - U_2 + U_1 = 0$$

$$U'' = U_2 - U_1 = (V_c - V_b) - (V_a - V_b) = V_c - V_a$$

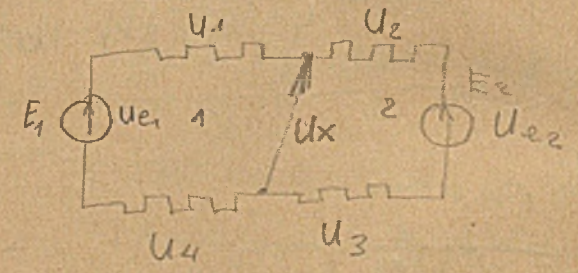
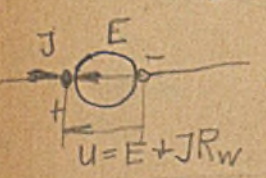
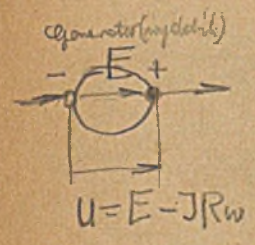
Wynik jest ujemny
 w obwodach prądów stałych
 napięcia stałe
 nie przepływa



głównie wskazuje znak



dla prądów
 zmieniających



$$U_x - U_2 - U_{e2} - U_3 = 0$$

$$U_x = U_2 + U_{e2} + U_3$$

$$U_x = J R_2 + E_2 + J R_{w2} + J R_3$$

$$U_x = E_2 + J(R_{w2} + R_2 + R_3) = 50V$$

$$U_{e1} - U_1 - U_x - U_4 = 0$$

$$U_x = U_{e1} - U_1 - U_4$$

$$U_x = E_1 - J R_{w1} - J R_1 - J R_4$$

$$U_x = E_1 - J(R_{w1} + R_1 + R_4) = 50V$$



$$U = E - J R_w$$

$$U = J \cdot R_z$$

$$E - J R_w = J R_z$$

$$\frac{E}{J} - R_w = R_z$$

$$\frac{E}{J} = R_z + R_w = \text{opór całego ładu}$$

$$J = \frac{E}{R}$$

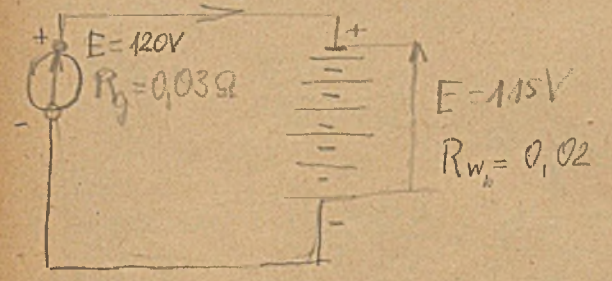
$$\frac{E}{J} = R$$

Prąd znamionowy 110V, 50A, napięcie na $J = \frac{1}{2}A$
 sekcyjny zardzewia

$$R_z = \frac{110}{0,5} = 220 \Omega$$

systemowego
 na zimo 20Ω

Przy pomiarach oporu w zardzewiajucaj mierzona
 w temperaturze (waga i położenie),
 2). Długość mierzona ledwie dla jednego
 jako bez J zardzewia



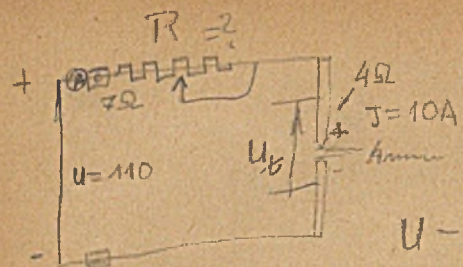
$$J = ?$$

$$J = \frac{\sum E}{\sum R} = \frac{E_1 - E_4}{R_g + R_A}$$

$$J = \frac{120 - 115}{0,03 + 0,02} = 100$$

$$J = 100A$$

Powinno być malej niż
 napięcie. Przy nastawianiu
 różnica musi być = 0



Oblíbení opatření potřebný do rozpočetné spálením bezpečnosti při dělení měřítka.

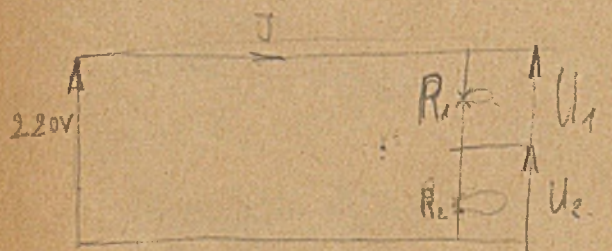
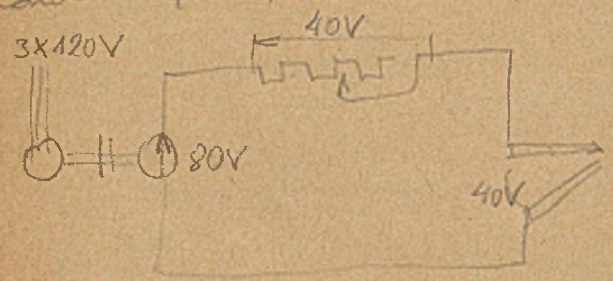
$$U - U_b = U_R \quad \frac{70}{10} = 7\Omega$$

$$110 - 40 = 70V \quad R = 7\Omega$$

Pro měření vnitřní odporu i jest potřebný do spolehlivého měření lampy

R = Bevoligungswiderstand

do spolehlivějšího měření lampy když napětí lumen současně napětím odporu.



$$J = \frac{U}{R_1 + R_2}$$

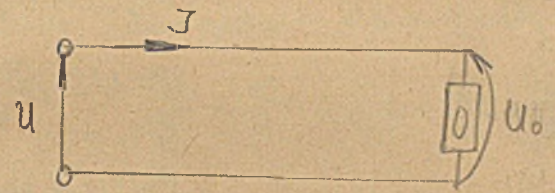
$$U_1 = J \cdot R_1$$

$$U_2 = J \cdot R_2$$

Převody dla proudu stejného.

17. XII. 1947r.

Oblíbení spádku napětí v převodach.



Oblíbení napětí = napětí, na které napětí jest sledované.

$$J = 10A \quad U = 115V \quad U_0 = 110V$$

$$l = 100m$$

l = odd. prostěj linie. i napětí spádku napětí 2l.

$$\Delta U = \text{spádek napětí}$$

$$\Delta U = U - U_0 = 5V$$

Rp = odpor převodu od-idozývající

$$\Delta U = J \cdot R_p$$

$$\Delta U = J \cdot \frac{2l}{\gamma \cdot q}$$

$$R_p = \frac{2l}{\gamma_a \cdot q}$$

$$q = \frac{2 \cdot l \cdot J}{\gamma \cdot \Delta U}$$

$$q = \frac{2 \cdot 100 \cdot 10}{56 \cdot 5}$$

γ = průvodka měšičina

$$q = \frac{400}{56} \approx 7,3 \text{ mm}^2$$

σ dla Cu = 57

$$q \approx 7,3 \text{ mm}^2$$

w odd. tech. 56

$$q = 10 \text{ mm}^2$$

q = průřez.

Převod here ne měřící vnitřní.

Průřez q = 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50 mm²

Délka převodu w m, a q w mm²

Mož.

$$P_0 = 100W$$

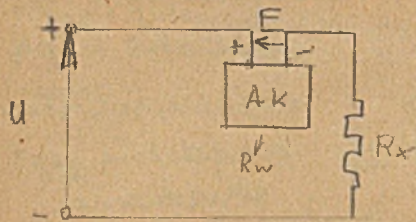
$$P = U_0 \cdot J$$

$$J = \frac{P}{U_0}$$

$$q = \frac{2 \cdot l \cdot J}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U_0}$$

$$q = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U_0}$$

Poměr průřezu z mož.



Średnie napięcie
110V. Ładujemy
akumulatory.

$$U = 110V$$

$$E = 2V$$

$$R_w = 0,2 \Omega$$

Przejmiesz ak. mierzony
nie w amperach godzinach
50Ah.

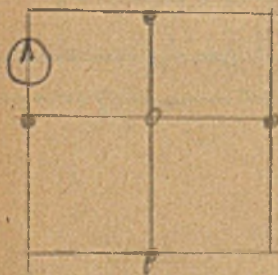
$J = 5A$ Prąd do ładowania akumulatora

Obliczyć opór aby ograniczyć
prąd do 5A.

$$J = \frac{\sum(E, U)}{\sum R}$$

$$J = \frac{U - E}{R_w + R_x}$$

Prawa Kirchhoffa.



Dla każdego węzła

$$\underline{\underline{\sum J = 0}}$$

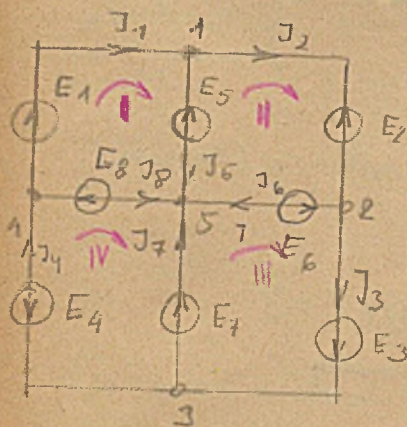


$$J_1 + J_2 + J_3 + J_4 - J_5 = 0$$

Prawo zachowania ilości elektryczności. (1).

Elektr. nie może zniknąć ani nie może się stworzyć.
Tyle elektr. ile dopływa do węzła, tyle musi odpłynąć.

$$J = \frac{Q}{t} \quad \frac{Q_1}{t} + \frac{Q_2}{t} - \frac{Q_3}{t} - \frac{Q_4}{t} - \frac{Q_5}{t} = 0$$



W-1 równań niezależnych.

W = ilość węzłów.

5-te równanie jest niez. 4-ech.

- I. 1. $J_1 - J_2 - J_3 = 0$
2. $J_2 - J_3 - J_6 = 0$
3. $J_3 - J_4 - J_7 = 0$
4. $J_4 - J_1 - J_8 = 0$

Yazeli na W węzłów to równu. niezależnych węzła
stanowi same równania wszystkich pozostałych węzłów.
Instalacja nabyła równania dla węzłów najmniejszej
ilości elementów.

By obliczyć potrzebnych Brównań potrzebujemy się
dunjom prawem Kirchhoffa.

Dla każdego z węzłów, jeżeli suma spadków
napięć musi być równa sumie sił elektromotorycznych

- II. 1. $E_1 - J_1 R_1 - E_5 - J_5 R_5 + E_8 + J_8 R_8 = 0$
2. $-E_2 - E_6 - J_6 R_6 + J_5 R_5 + E_5 - J_2 R_2 = 0$
3. $E_3 + E_7 - J_7 R_7 + J_5 R_5 + E_6 - J_3 R_3 = 0$
4. $-E_4 - J_4 R_4 - E_2 - J_8 R_8 + J_7 R_7 - E_7 = 0$

Drugie prawo Kirchhoffa wynika z prawa zachowania energii.
 $\oint K dl = 0$
 $\sum U = 0$

Prawo Kirchhoffa służy do analizowania obwodów i do wypracowania z nich innych praw.

Równania (cyklowe) Maxwella
 - " - węzłowe Coltriego

} wynika z
 z praw Kirchhoffa.

zasada budowy obwodów

Każdy obwód (sieć), który posiada W węzłów i O oczek zawiera $(W-1) + O = L$ elementów.



$W=2$ $O=2$ $(2-1)+2=3$

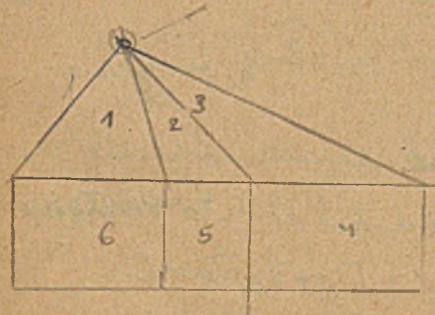
$(W-1)+O=1$ 3 elementy

Element = wartość oporu obwodu między węzłami.

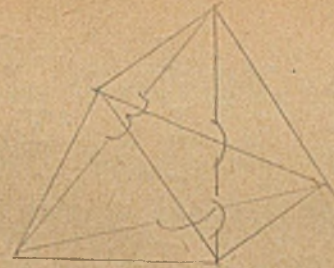


$W=4$ $O=3$ $(4-1)+3=6$

Prawo Kirchhoffa wykorzystuje do obliczenia wszystkich elementów w obwodzie.

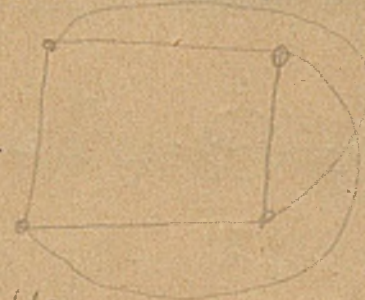


Wielobok zamknięty.



Maxwellem tworzy gdzie obwód ma jedną krawędź osi.

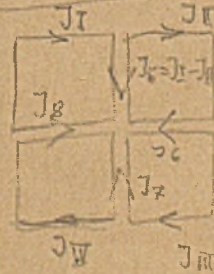
Coltriem, gdy mało węzłów.



$O=3$
 $W=4$

$L=3+3=6$

Równania Maxwella



$J_5 = J_I - J_6$

$J_6 = J_{II} - J_{III}$

$J_7 = J_{IV} - J_V$

$J_8 = J_{VI} - J_{VII}$

$J_I, J_{II}, J_{III}, J_{IV}$

$J_I = J_I$

$J_2 = J_{II}$

$J_3 = J_{III}$

$J_4 = J_{IV}$

$J_5 = J_V - J_6$

$J_6 = J_{VI} - J_{VII}$

$J_7 = J_{VII} - J_{VIII}$

$J_8 = J_{VIII} - J_V$

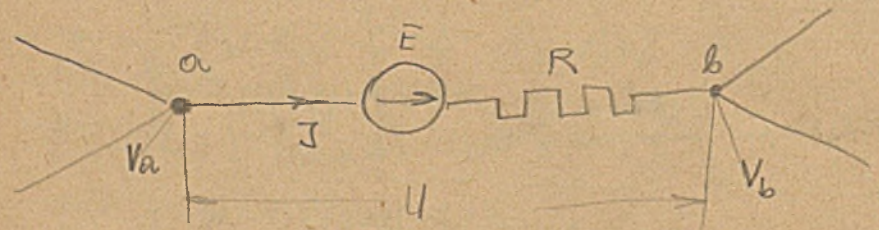
Stanowi równanie Kirchhoffa obrotowe.

- 1) $I_1(R_1 + R_5 + R_2) - I_2 R_5 - I_4 R_8 = E_I = E_1 - E_5 + E_8$
- 2) $I_2(R_2 + R_5 + R_6) - I_1 R_5 - I_3 R_6 = E_{II} = E_5 - E_2 - E_6$
- 3) $I_3(R_3 + R_6 + R_7) - I_2 R_6 - I_4 R_7 = E_{III} = E_6 + E_3 + E_7$
- 4) $I_4(R_4 + R_7 + R_8) - I_1 R_8 - I_3 R_7 = E_{IV} = E_8 - E_4 - E_7$

7. I. 1948r.

Równania węzłowe Coltri'ego.

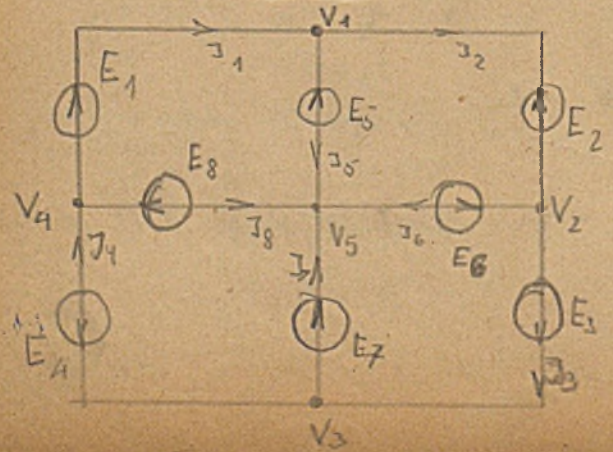
Nadaje się do deliowania sieci.



$$U = -E + I \cdot R = V_a - V_b$$

$$\frac{1}{R} = G$$

$$I = \frac{(V_a - V_b)G + E \cdot G}{G}$$



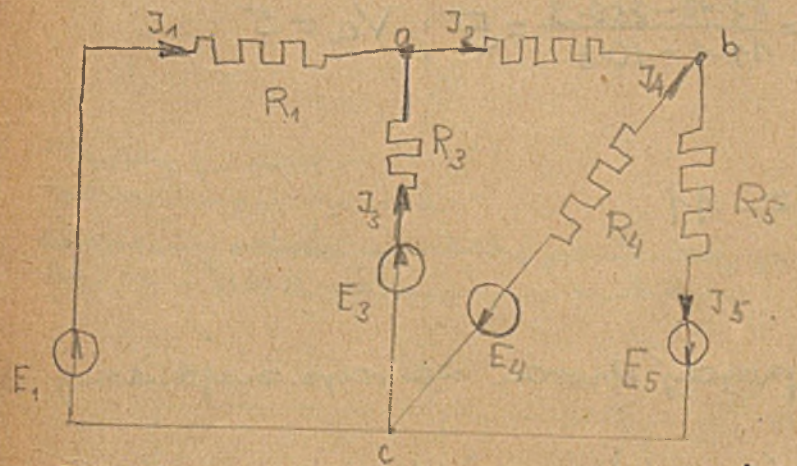
Potencjał jednego węzła przyjmujemy jako równy zero. (m.p. uziemiamy).

1. $V_1(G_1 + G_2 + G_5) - V_2 G_2 - V_4 G_1 - V_5 G_5 = E_1 G_1 + E_2 G_2 + E_5 G_5$
2. $V_2(G_2 + G_3 + G_6) - V_1 G_2 - V_3 G_3 - V_5 G_6 = -E_2 G_2 + E_3 G_3 - E_5 G_6$
3. $V_3(G_3 + G_4 + G_7) - V_2 G_3 - V_4 G_4 - V_5 G_7 = E_3 G_3 + E_4 G_4 - E_5 G_7$
4. $V_4(G_4 + G_7 + G_8) - V_1 G_1 - V_3 G_7 - V_5 G_8 = -E_1 G_1 - E_4 G_7 + E_5 G_8$

Mamy 4 równania o 5 niewiadomych.

zakładamy $V_5 = 0$: wszystkie wyrazy $\pm V_5$ odpadają.

Obliczyć rozpatyw prądki obrotowe przedstawione na rysunku. 8. I. 1948r.



- $E_1 = 10$
- $E_3 = 14$
- $E_4 = 3$
- $E_5 = 6 \text{ Volt}$
- $R_1 = 1 \text{ ohm}$
- $R_2 = 2 \text{ " "}$
- $R_3 = 3 \text{ " "}$
- $R_4 = 4 \text{ " "}$
- $R_5 = 5 \text{ " "}$
- ~~$(R_6 = 6 \text{ " "})$~~

Obwód ma 3 węzły, zatem ustawiamy 2 równania opierając się na najniższym liczbie elementów (tu c).

$$a) V_a(G_1 + G_2 + G_5) - V_c G_1 - V_c G_5 - V_b G_2 = E_1 G_1 + E_2 G_2 + E_5 G_5$$

$$b). V_b(G_2 + G_4 + G_5) - V_a G_2 - V_c G_4 - V_c G_5 = -E_4 G_4 - E_5 G_5$$

Wkładając w tych równaniach $V_c = 0$, i podstawiając wartości otrzymamy

$$a). V_a \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \right) - V_b \cdot \frac{1}{2} = 10 \cdot \frac{1}{1} + 14 \cdot \frac{1}{3}$$

$$b). -V_a \frac{1}{2} + V_b \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} \right) = -3 \cdot \frac{1}{4} - 6 \cdot \frac{1}{5}$$

$$a). V_a \cdot 11 - V_b \cdot 3 = +88$$

$$b). -V_a \cdot 10 + V_b \cdot 19 = -259$$

$$V_a = \frac{\begin{vmatrix} 88 & -3 \\ -259 & 19 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 11 & -3 \\ -10 & 19 \end{vmatrix}} = \frac{88 \cdot 19 - 259 \cdot 3}{11 \cdot 19 - 10 \cdot 3} = 5 ; V_a = 5$$

$$V_b = \frac{\begin{vmatrix} 11 & 88 \\ -10 & -259 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 11 & -3 \\ -10 & 19 \end{vmatrix}} = -11$$

Porozważmy prądy obwodu na rys. najpierw z węzłów:

$$J_1 = E_1 \cdot G_1 + (V_c - V_a) \cdot G_1 = 10 \cdot \frac{1}{1} + (0 - 5) \cdot \frac{1}{1} = 5 \text{ A}$$

$$J_2 = (V_a - V_b) G_2 = [5 - (-11)] \cdot \frac{1}{2} = 8 \text{ A}$$

$$J_3 = E_3 \cdot G_3 + (V_c - V_a) \cdot G_3 = 14 \cdot \frac{1}{3} + (0 - 5) \cdot \frac{1}{3} = +3 \text{ A}$$

$$J_4 = -E_4 G_4 + (V_c - V_b) G_4 = -3 \cdot \frac{1}{4} + [0 - (-11)] \cdot \frac{1}{4} = +2 \text{ A}$$

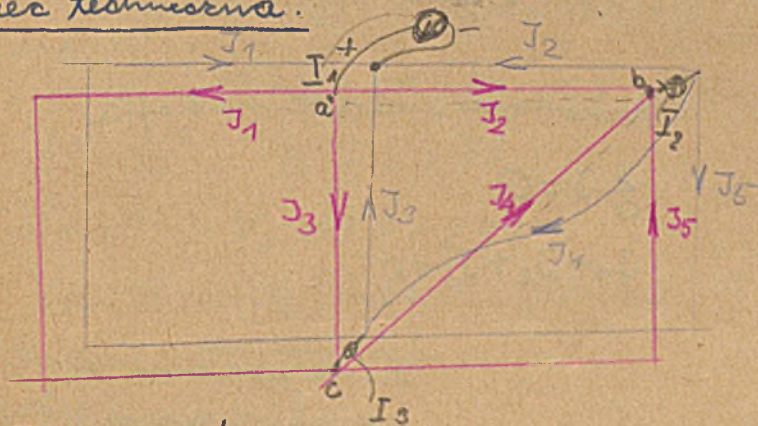
$$J_5 = E_5 G_5 + (V_b - V_c) G_5 = 6 \cdot \frac{1}{5} + (-11 - 0) \cdot \frac{1}{5} = +10 \text{ A}$$

Sprawdzenia możemy dokonać przy pomocy pierwszego i drugiego prawa Kirchhoff'a.

Waga: All potencjały poraż węzłów sieci odpowiada wartości względem (nieznanego) t.j. admissiwnym do stanu gdy pot. jednego węzła (tu $V_c = 0$)

Elektr. odpowiada to wzmieraniu danego werta.

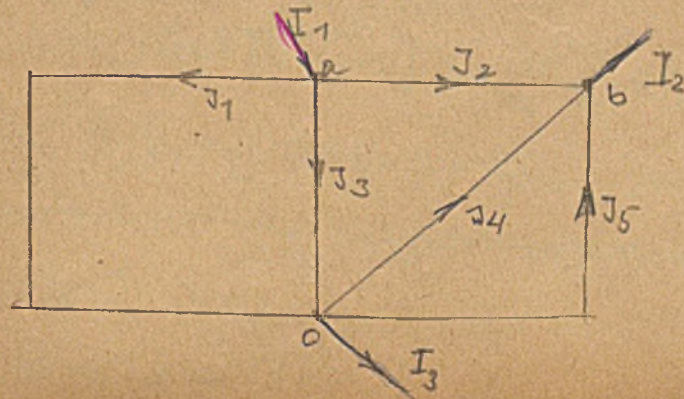
Ścieżka techniczna.



Wzrost generator.

Wzrost obciążenia

odwrócony obwód niekiedy porównać należy w tym samym przedziale prądów.

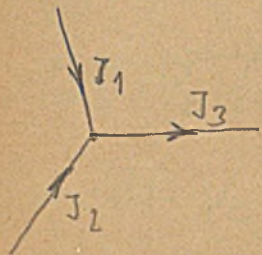


$$V_a(G_1+G_2+G_3) - V_c(G_1+G_3) - V_b G_2 = +I_1$$

$$V_b(G_2+G_4+G_5) - V_a G_2 - V_c G_4 - V_c G_5 = -I_2$$

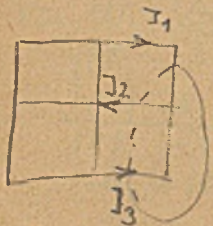
$$V_c = 0$$

$I_1 = \text{prąd}$
prąd jest znamy
 $I_1 = I_2 + I_3$



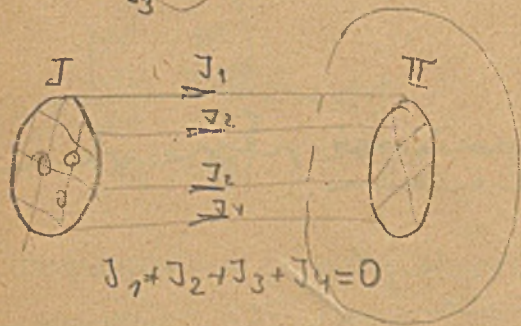
$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

Przerobione prawo Kirchhoffa



$$\sum J = 0$$

$$J_1 - J_2 + J_3 = 0$$



$$J_1 + J_2 + J_3 + J_4 = 0$$

Suma prądów dopływających i odpływających w węzłach przewodów musi być równa 0

Przewód odniesienia przy obl. mocy jest dowolny

zakładamy $V_c = 0$

ciężki ładunek $R_1 = 10 \Omega$
 $R_2 = 2 \dots$
 $R_3 = 3 \dots$
 $R_4 = 4 \dots$
 $R_5 = 5 \dots$

$$I_1 = 14,66 \text{ A}$$

$$I_2 = 12,95 \text{ A}$$

$$I_3 = I_1 - I_2 = 1,716 \text{ A}$$

$$a). V_a \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right) - V_b \cdot \frac{1}{2} = +14,66$$

$$b). -V_a \left(\frac{1}{2} \right) + V_b \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} \right) = -12,95$$

$$a). V_a \cdot 11 - V_b \cdot 3 = +88$$

$$b). -V_a \cdot 10 - V_b \cdot 19 = -259$$

$$V_a = 5 \quad V_b = -11 \quad V_c = 0$$

Pozostałe prądy sieci:

$$J_1 = (V_a - V_c) G_1 = 5 \cdot \frac{1}{1} = +5 \text{ A}$$

$$J_2 = (V_a - V_b) G_2 = [5 - (-11)] \cdot \frac{1}{2} = +8 \text{ A}$$

$$J_3 = (V_a - V_c) \cdot G_3 = 5 \cdot \frac{1}{3} = 1,66 \text{ A}$$

$$J_4 = (V_c - V_b) G_4 = [0 - (-11)] \cdot \frac{1}{4} = \frac{11}{4} = 2,75 \text{ A}$$

$$J_5 = (V_c - V_b) G_5 = [0 - (-11)] \cdot \frac{1}{5} = \frac{11}{5} = 2,2 \text{ A}$$

kontrola z pomocą niezmniejszonego prawa Kirchhoffa.

$$+I_1 - J_1 - J_2 - J_3 = 0$$

$$1) +14,66 - 5 - 8 - 1,66 = 0$$

$$+J_2 + J_4 + J_5 - I_2 = 0$$

$$2) +8 + 2,75 + 2,2 - 12,95 = 0$$

$$+J_1 + J_3 - J_4 - J_5 - I_3 = 0$$

$$3) +5 + 1,666 - 2,75 - 2,2 - 1,716 = 0$$

Ykontrola z pomocą 2-ego prawa Kirchhoffa:

$$-J_1 R_1 + J_3 R_3 = 0$$

$$1) -5 \cdot 1 + 1,66 \cdot 3 = 0$$

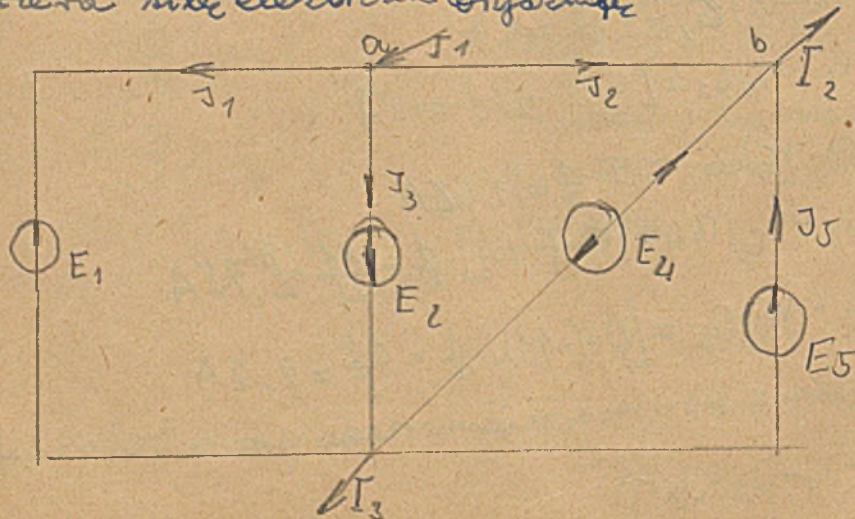
$$-J_1 R_1 - J_5 R_5 + J_2 R_2 = 0$$

$$2) -5 \cdot 1 - 2,2 \cdot 5 + 8 \cdot 2 = 0$$

$$-J_3 R_3 - J_4 R_4 + J_2 R_2 = 0$$

$$3) 1,66 \cdot 3 - 2,75 \cdot 4 + 8 \cdot 2 = 0$$

Z pomocą równań Coltriego można obliczyć rozpyły prądu także dla takiej sieci trójfazowej, która w niektórych lub wszystkich elementach zawiera siłę elektromotoryczną



$$a) V_a (G_1 + G_2 + G_3) - V_c G_1 - V_c G_3 - V_b G_2 = +I_1 + E_1 G_1 - E_2 G_2$$

$$b) V_b (G_2 + G_4 + G_5) - V_a G_2 - V_c G_4 - V_c G_5 = -I_2 - E_4 G_4 - E_5 G_5$$

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

Do obliczenia rozpyłu prądu według Kirchhoffa $l = (W-1) + K$

- I - Maxwella $l = K$

- II - Coltriego $l = W-1$

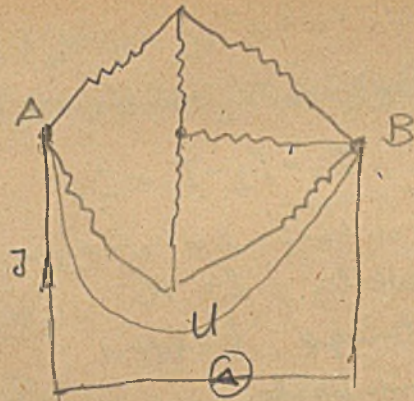
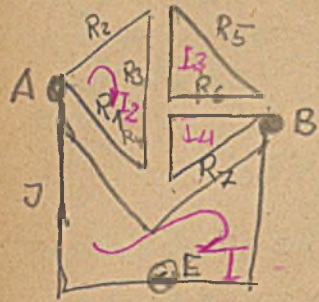
Równania Kirchhoffa mającej do l liczy.

albo $K > W-1$ liczy metodą Coltriego.

- " - $0 < W-1 < K$ " " " " Maxwella.

Składe Maxwella nadaje się do składowania obwodów, a metoda Coltriego do obliczenia rozpyłu prądu w sieciach trójfazowych.

15. I. 1948 r.



Równania cyklowe
Maxwella.

$$R_{AB} = \frac{U_{AB}}{J} = \frac{1V}{JA}$$

$$1) I_1(R_1 + R_7) - I_2 R_4 - I_4 R_7 = E = 1V$$

$$2) I_2(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) - I_1 R_1 - I_3 R_3 - I_4 R_4 = 0$$

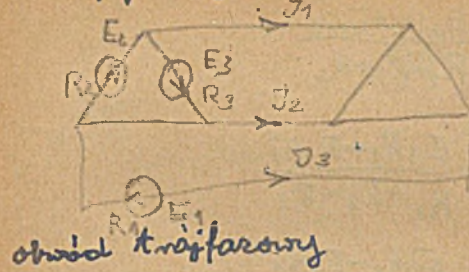
$$3) I_3(R_3 + R_5 + R_6) - I_2 R_3 - I_4 R_6 = 0$$

$$4) I_4(R_4 + R_6 + R_7) - I_1 R_7 - I_2 R_4 - I_3 R_6 = 0$$

$$G_{AB} = \frac{1}{R_{AB}} = \begin{vmatrix} +1 & -R_1 & 0 & -R_7 \\ 0 & R_1+R_2+R_3+R_4 & -R_3 & -R_4 \\ 0 & -R_3 & R_3+R_5+R_6 & -R_6 \\ 0 & -R_4 & -R_6 & R_4+R_6+R_7 \end{vmatrix}$$

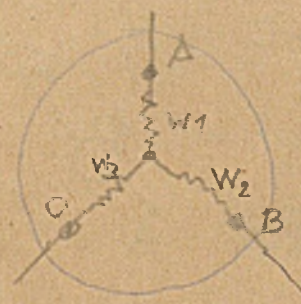
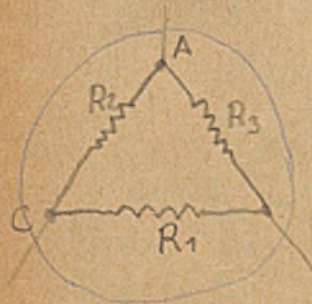
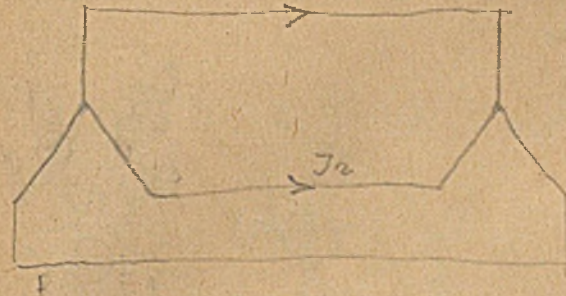
$$G_{AB} = \frac{J}{1V} = \begin{vmatrix} R_7+R_4 & -R_1 & 0 & R_7 \\ -R_1 & & & \\ 0 & & & \\ -R_4 & & & \end{vmatrix}$$

Transformacja obodu.



$$\begin{array}{r} l=9 \\ 0=4 \\ \hline w-1=5 \end{array}$$

Przechodzenie z trójkąta
na gwiazdę (Transformacja
trójkąta na gwiazdę).

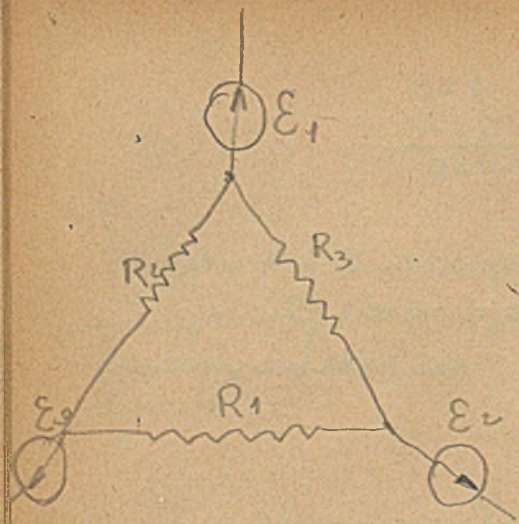


Trójkąt 3 opornik
chce być
równoważny
gwiazdce gdy
zachodzą relacje
 W_1, W_2, W_3
(Kenelly)

$$W_1 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$W_2 = \frac{R_3 \cdot R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

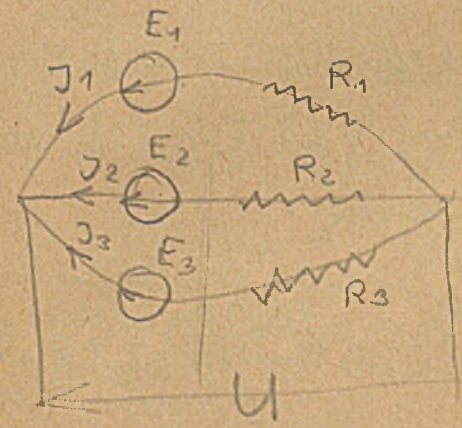
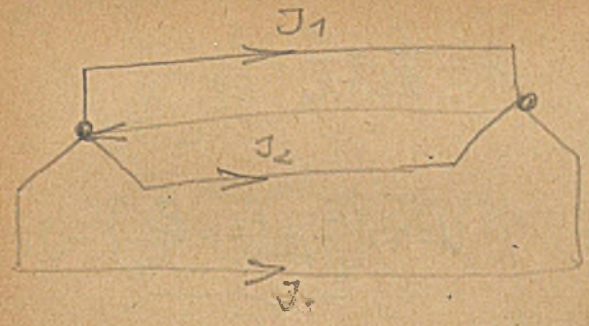
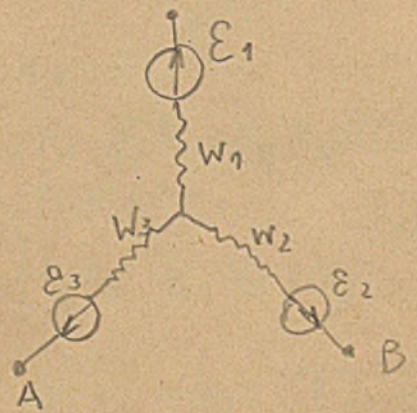
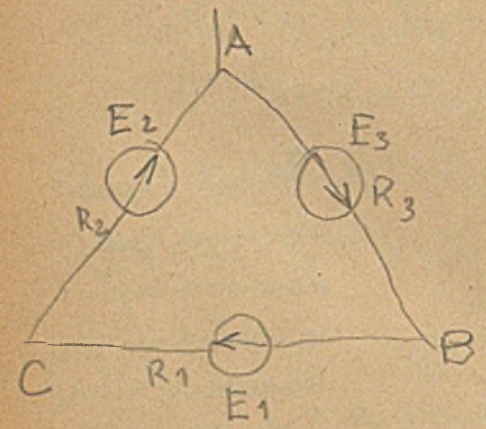
$$W_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$



$$\mathcal{E}_F = \frac{E_2 R_2 + E_3 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$E_2 = \frac{E_3 R_1 + E_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$E_3 = \frac{E_1 R_2 - E_2 R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$



$$U = E_1 - J_1 R_1 \quad | : R_1$$

$$U = E_2 - J_2 R_2 \quad | : R_2$$

$$U = E_3 - J_3 R_3 \quad | : R_3$$

$$J_1 = \frac{E_1 - U}{R_1}$$

$$J_2 = \frac{E_2 - U}{R_2}$$

$$J_3 = \frac{E_3 - U}{R_3}$$

$$U \frac{1}{R_1} = \frac{E_1}{R_1} - J_1$$

$$U \frac{1}{R_2} = \frac{E_2}{R_2} - J_2$$

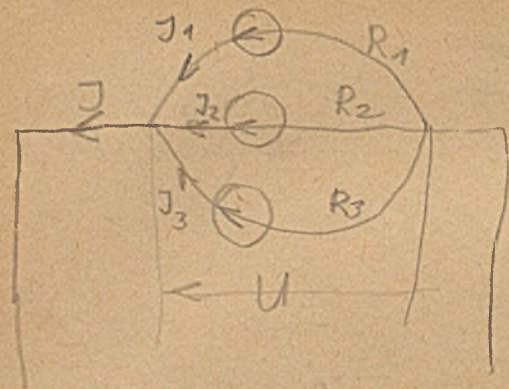
$$U \frac{1}{R_3} = \frac{E_3}{R_3} - J_3$$

$$U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = \frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} = \frac{1}{R_2} \Rightarrow J_1 + J_2 + J_3 = 0$$

дѣла електромоторна
вастыра.

$$U = R_2 \left(\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} \right)$$

x



$$\frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$U = R_z \left(\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} \right) - J R_z$$

E_z

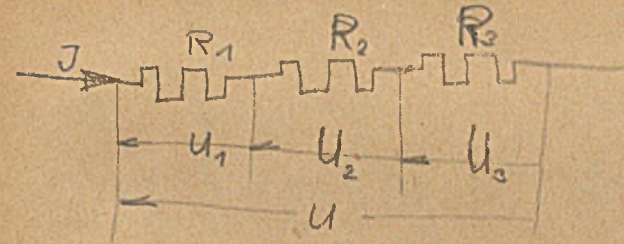
Ukoidy uklad n || galerii, w ktorych dzialoja S. E. M.
 E_1, E_2, E_3 , i ktore maja opory obrowe R_1, R_2, R_3 da
 sie zastopic sie E. M. zastopora:

$$E_z = R_z \left(\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{E_3}{R_3} \right)$$

i oporem zastopowym R_z : $\frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

14.I.1948r.

1). Uklad szeregowy oporu

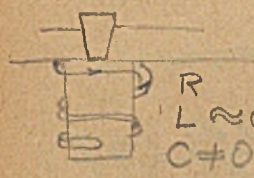


$$R = 10 \Omega$$

$$J = 20 A$$

$$J = 100 A$$

$$R = \frac{l}{\sigma S}$$

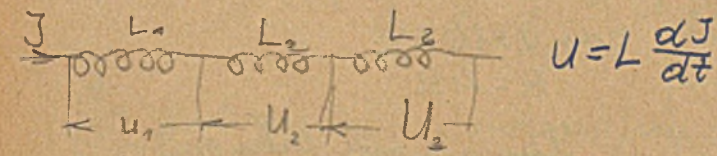


Opornica
 niepowinna
 nies indukcyjnosc
 ktoruz sie wziozenu
 charakter'a.

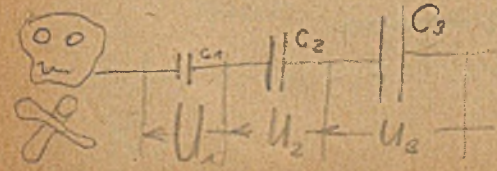
Opornice olejowe nie moga
 byc trwalo obnizzone (na rozruch).
 chlodzimy powietrzem przy trwalym
 obrowie. Alej wykupisi.

Przy wysokich napieciach
 trzeba opornice
 odisolowac od podstazy

Uwazajac opor tymi wzelnymi napieciem.



$$U = L \frac{dJ}{dt}$$

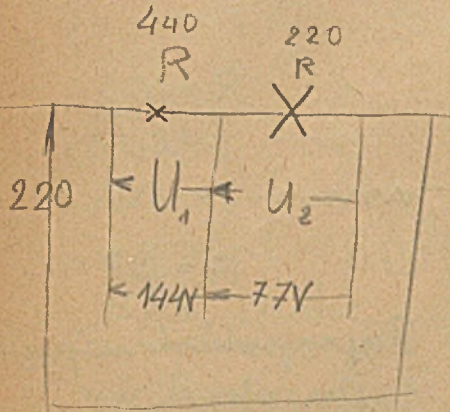


$$U = \frac{1}{C} \int J dt$$

$$U = \text{napiecie wypadkowe} = J(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$U = J R_w$$

$$R_w = R_1 + R_2 + R_3$$



$$J = \frac{220V}{660\Omega}$$

$$U_1 = \frac{220}{660} \cdot 440 = 144V$$

$$U_2 = \frac{220}{660} \cdot 220 = \frac{220}{3} = 77V$$

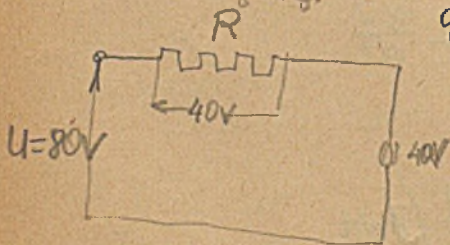
Opornice muszą być tak montowane, by był dobry przewiew powietrza.

$$q = 0,26 J^2 R \cdot t$$

2). Układ równoległy oporów.

Lampa tubowa.

układ szeregowy.

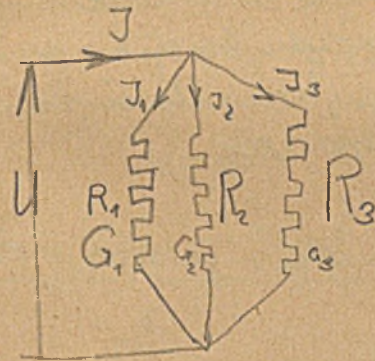


$$\text{gdys } J = 10A$$

$$R = 4\Omega$$

Lampa ma taki opór jak opornica

układ równoległy.

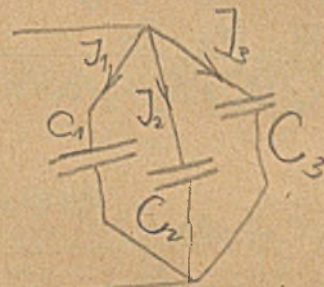
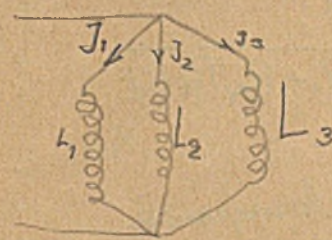


$$J = J_1 + J_2 + J_3$$

$$J_1 = \frac{U}{R_1} \quad J_2 = \frac{U}{R_2} \quad J_3 = \frac{U}{R_3}$$

$$J_1 = U G_1 \quad J_2 = U G_2 \quad J_3 = U G_3$$

$$G = \frac{1}{R}$$



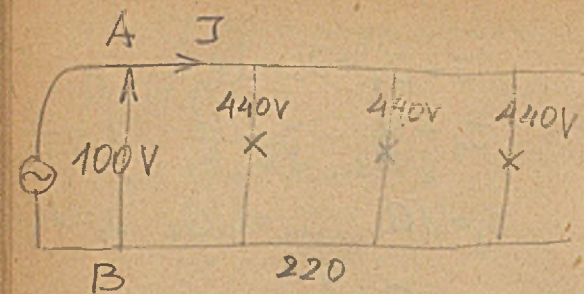
$$J = U(G_1 + G_2 + G_3) = U\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$$

$$J = U \cdot G = U \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = U \frac{1}{R_w}$$

$\frac{1}{R_w}$ jest mniejszy niż najmniejszy opór.

Dla n oporów jednakowych

$$R_w = \frac{R}{n}$$

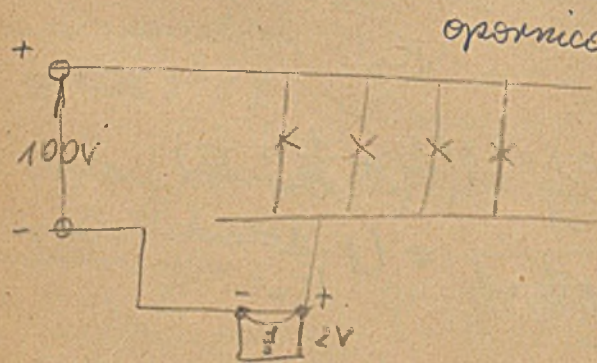


Musi dojechać więcej prądu, bo opór przy większej ilości żarówek spada.

$$R_w = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_w = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$$

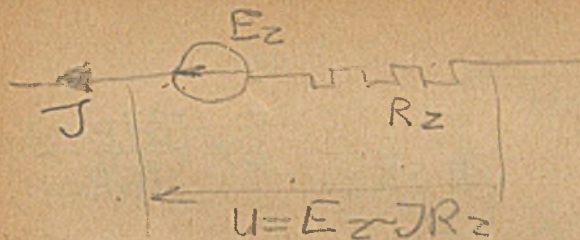
$$R_w = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 R_2 R_3 + R_2 R_3 R_4 + R_3 R_4 R_1 + R_4 R_1 R_2}$$



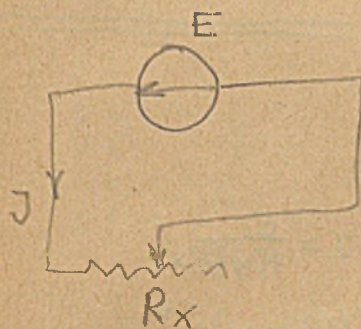
opornica lampy

używana w laboratorach.

o.d.z.x.



Stan jałowy i stan zwarcia.



$$J = \frac{E}{R_w + R_x} = \frac{U}{R_x}$$

$$U = E - J R_w$$

$R_x = \infty$ stan jałowy

$$J_{\infty} = 0$$

$R_x = 0$ stan zwarcia

$$J_0 = \frac{E}{R_w} = \frac{U_0}{R_w}$$

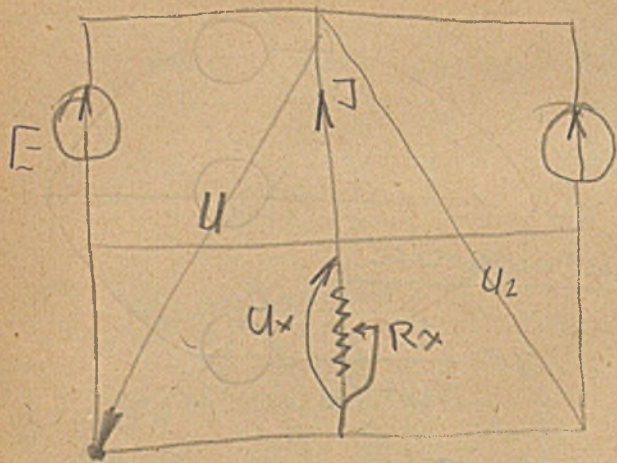
$U_{\infty} = E$ w stanie jałowym

$$E = U(R_x = \infty)$$

$$R_w = \frac{U(R_x = \infty)}{J(R_x = 0)}$$

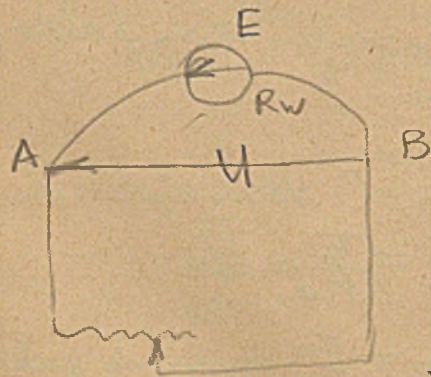
$$J = \frac{U}{R_x} = \frac{U(R_x = \infty) - J \frac{U(R_x = \infty)}{J(R_x = 0)}}{R_x}$$

$$J = \frac{U(R_x = \infty)}{\frac{U(R_x = \infty)}{J(R_x = 0)} + R_x}$$



$$E_2 \cdot S = \frac{J_x(R_x=0)}{U_x(R_x=0)}$$

$$J = \frac{J(R_x=0) + S \cdot J(R_x=0) \cdot R_x}{1 + S R_x}$$



$$J = \frac{E}{R_w + R_x}$$

$$\left. \begin{aligned} U(R_x=\infty) &= E \\ J_x(R_x=\infty) &= 0 \end{aligned} \right\} \text{stan jałowy}$$

$$U(R_x=0) = 0$$

$$J(R_x=0) = \frac{E}{R_x}$$

$$S = \frac{J_x(R_x=0)}{U_x(R_x=0)}$$

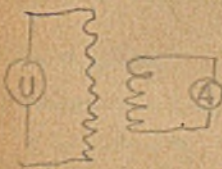
$$S = \frac{E}{R_w \cdot E}$$

$$S = \frac{1}{R_w}$$

$$J = \frac{\frac{E}{R_w} + \frac{1}{R_w} \cdot 0 \cdot R_x}{1 + \frac{1}{R_w} \cdot R_x}$$

$$J = \frac{E}{R_w + R_x}$$

Stan jałowy i warcia.



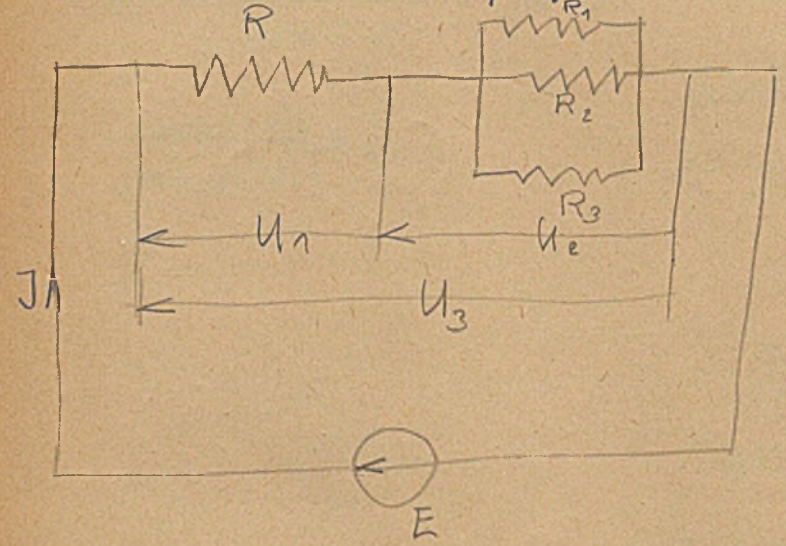
$U = z$ kwadratu

$$U = \frac{U(R_x=0) + S \cdot U(R_x=\infty) \cdot R_x}{1 + S \cdot R_x}$$

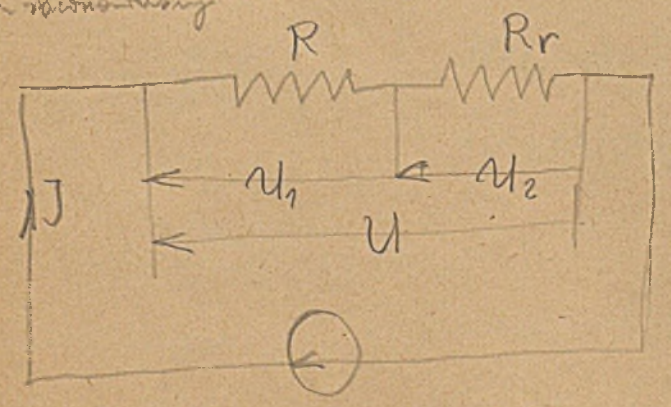
$$U_2 = \frac{U^{(2)}(R_x=0) + S \cdot U^{(2)}(R_x=\infty) \cdot R_x}{1 + S \cdot R_x}$$

$$S = \frac{J_x(R_x=0)}{U_x(R_x=0)}$$

20. I. 1948r. Transfiguracja oporu prądu stałego
 jest to przekształcenie elementów nie przewodzących
 w odcinach przez nie, dających zadanych zmian
 prądu i rozkładzie napięć

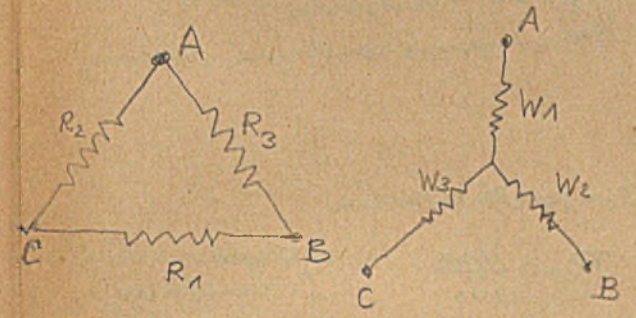


gen. równania



$$R_r = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$$

Transfiguracja trójkąta.



Przewodności między punktami A, B i C.

$$\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_1 + R_2} = \frac{1}{W_1 + W_2}$$

dl. trójkąta dla gwiazdy
 porównanie trójkąta z gwiazdą

Pomiar przewodności:

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3} = \frac{1}{W_2 + W_3}$$

Między węzłami AC.

$$\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1 + R_3} = \frac{1}{W_1 + W_3}$$

Wzory odpowiadają do przekształcenia z gwiazdy na trójkąt odwrotnie.

$$W_1 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \quad ; \quad W_2 = \frac{R_3 \cdot R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \quad ; \quad W_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_1 = \frac{W_2 W_3 + W_1 W_3 + W_1 W_2}{W_1} \quad ; \quad R_2 = \frac{W_1 W_2 + W_2 W_3 + W_1 W_3}{W_2} \quad ; \quad R_3 = \frac{W_1 W_2 + W_1 W_3 + W_2 W_3}{W_3}$$

Celem jest zminimalizowanie elementów tego obwodu (uproszczenie) i przekształcenie jednego obwodu na inny obwód chwyty, w większej ilości elementów, ale łatwiejszy do obliczenia. Transfiguracja ma sensy tylko wtedy, gdy opór lub tylko sil. E.M. a 2, 3 węzłach.

porównanie gwiazdy z trójkątem

$$W_1 + W_2 = \frac{R_3(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$W_2 + W_3 = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$W_1 + W_3 = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Przekształcenia obwodów rezystancyjnych i SEM.



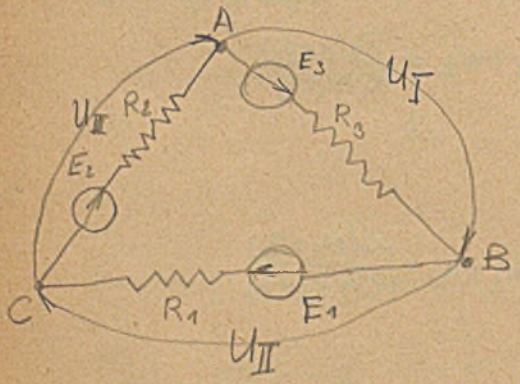
Siła elektromotoryjna zastępcza układu równoważna się napięciu w stanie jałowym.

$E_r = SEM$ zastępcza
 $U_{00} =$ napięcie w stanie jałowym

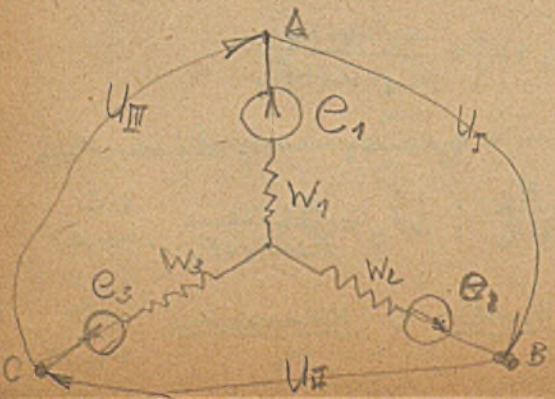
Stan zwarcia.



$J_0 =$ prąd zwarcia.
 $R_r = \frac{U_{00}}{J_0}$ $R_r =$ opór zastępczy



dziemy napięcie w stanie jałowym, które musimy byś od siebie by odebrać równad.



$J_{\text{obwód zwarty}} = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{R_1 + R_2 + R_3}$

dziemy napięcia jałowe na odcinkach $AB = U_I$

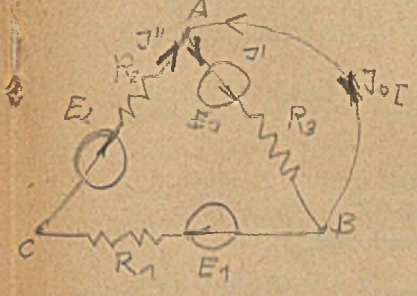
$U_I = E_3 - J R_3 = e_2 - e_1$
 $U_I = e_2 + e_1 = 0$
 $U_I = e_2 - e_1$

na odcinku CB = U_{II}

$U_{II} = E_1 - J R_1 = e_3 - e_2$
 dla odcinka AC = U_{III}

$U_{III} = E_2 - J R_2 = e_1 - e_3$

W stanie zwarcia.

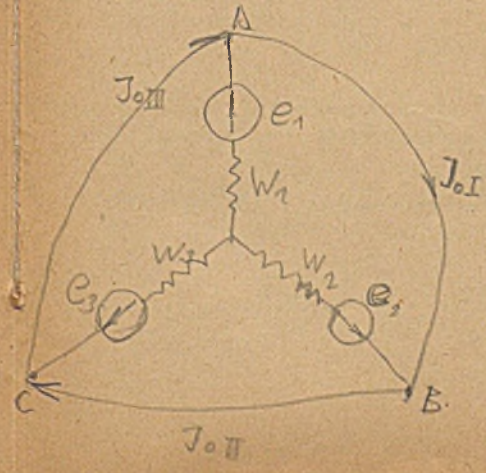


dla AB
 $J_{0I} = \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2} - \frac{E_3}{R_3}$

$J_{0I} + J_{0II} + J_{0III}$

dla BC:
 $J_{0II} = \frac{E_2 + E_3}{R_2 + R_3} - \frac{E_1}{R_1}$

$J_{0III} = \frac{E_3 + E_1}{R_3 + R_1} - \frac{E_2}{R_2}$



$J_{0I} = \frac{e_1 - e_2}{W_1 + W_2}$

$J_{0II} = \frac{e_2 - e_3}{W_2 + W_3}$

$J_{0III} = \frac{e_3 - e_1}{W_3 + W_1}$

przyjmujemy $e_1 = \frac{E_2 R_3 - E_3 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$ dowolnie by otrzymać
 mały ~~strój~~ strój na e_2 i e_3 .

$e_2 = \frac{E_3 R_1 - E_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$ SEM zastępcze.

$e_3 = \frac{E_1 R_2 - E_2 R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$ wstawiając dotychczas
 strój obciążenia waz.

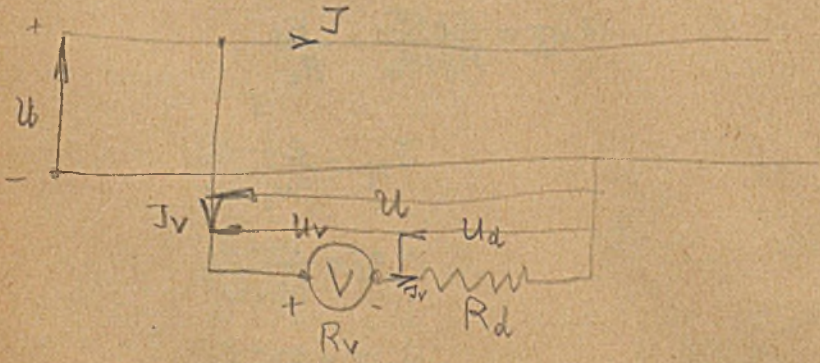
$W_1 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$

$W_2 = \frac{R_3 \cdot R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$

$W_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$

Opory dodatkowe do przyrządów.

Uwagi: opory połączone w maseg a woltomierzem



Opór woltomierzy

- 1). 30-50 na Volt
- 2). 100-150
- 3). - 1000 - "

$m = \frac{U}{U_v}$

m = stosunek napięcia rzeczywistego do mierzonego
 = wielokrotność mierzenia woltomierza
 = ile razy większe jest napięcie przych. rzeczywiste
 od napięcia, które mierzy woltomierz

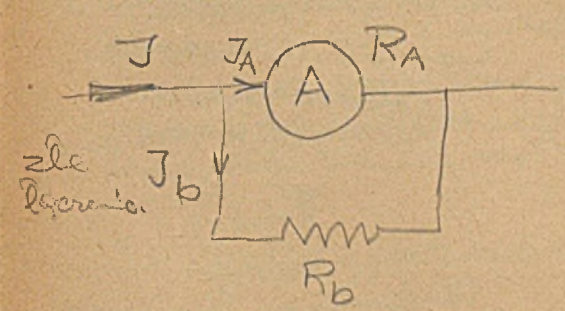
$U_{ol} = U - U_v =$
 $= m U_v - U_v = U_v (m - 1)$

$U_d = U_v (m - 1)$

$I_v \cdot R_d = I_v \cdot R_v (m - 1)$

$R_d = R_v (m - 1)$ opór dodatkowy woltomierza jest
 $(m - 1)$ razy większy.

Amperomierz.



ważniejsze do R_A woltomierz
 opór dodatkowy bocznika

n = wielokrotność zwiększenia zakresu

$n = \frac{I}{I_A}$

$I_A : I_b = R_b : R_A$

$R_b = \frac{I_A}{I_b} R_A$

$R_b = \frac{R_A}{\frac{I_b}{I_A}} = \frac{R_A}{\frac{I - I_A}{I_A}} = \frac{R_A}{\frac{I}{I_A} - 1}$

$R_b = \frac{R_A}{n - 1}$

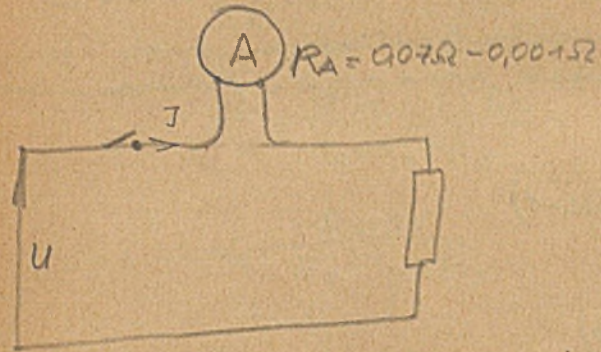
Przybliżone połączenie



R



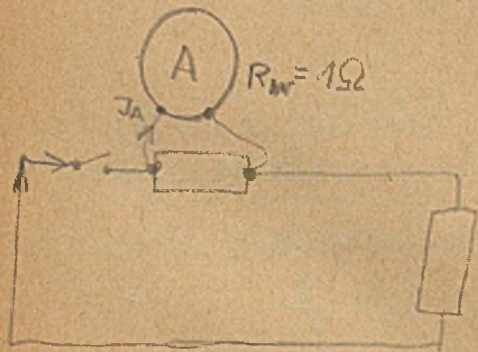
21. I. 1948r.



znosi prądy do 100A

Amperomierz depose dla miliamperów.

By zwiększyć opór nasina się brzmik. Wielkość brzmika zależy od amperów.



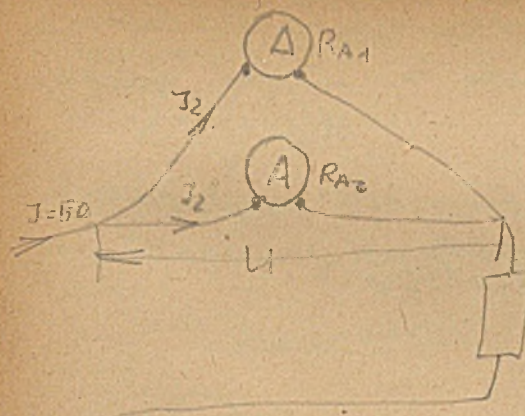
$$R_b = \frac{R_A}{n-1}$$

$$n = \frac{J}{J_{br}}$$

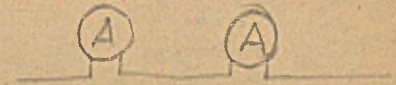
Amperomierz ma gęsto wbudowany brzmik.

Gdy brzmik nie posiada to podbijemy ewentualnie prąd pomiarowy grubych drutów.

Amperomierz zależy od wielkości brzmikowej.



Amperomierz w szeregu wskazuje to samo



Amperomierz powinien mieć możliwość napięć opór.

Podaje amperomierz.

1. niestabilne magnetyczne: skala nieregularna znosi przeciążenia, jest jednokierunkowy.

2. Deposez.

Dwukierunkowy, wysoka nie gęstość drogi brzmik prądu, ma regularną skalę, doprecyzowany pomiar, niezdrożny i ~~nie~~ nie ma uszkodzenia. Skala robiona na blachach. Waga wpływa na temperaturę.

$$J = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T J^2 dt} = \text{skuteczna wartość}$$

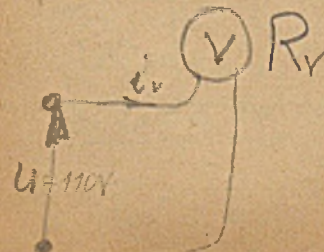
Wzgl. wartość skuteczna J = 10A.

Waltonier

Skieruj do mierzenia napięcia elektrycznego.

Powinny mieć wielki opór.

Wielkie pomiary powinny być tak wskazywane aby włączanie porządku sekcyjnej zmiany istoty prądu.



Opornica kolektorowa.

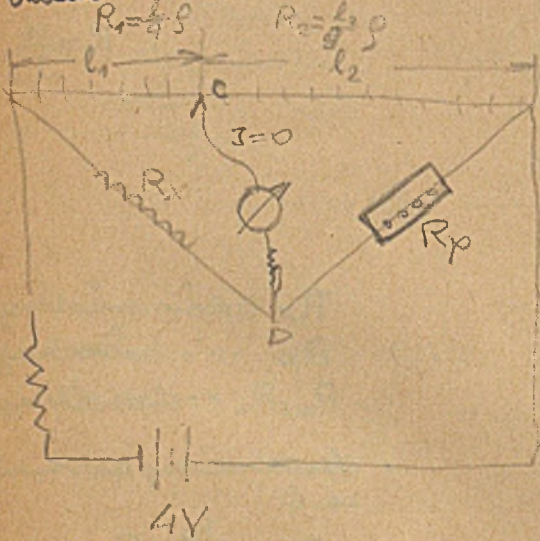


Wpływ indukcyjności i indukcji wzbudzonej w czasie przepływu prądu.

n.p. $R_x = 9\Omega$ $R_n = 9\Omega$

$R_1 = 5\Omega$ $R_2 = 5\Omega$

Mostek Kirchhoffa



$$R_x = \frac{R_1}{R_2} R_p$$

$$R_x = \frac{l_1}{l_2} R_p$$

W obwodzie R_p nie powinien przepływać prądu.

Bardzo dobra dokładność pomiaru.

Mostek Kirchhoffa i Wheatstone'a nie nadaje się do pomiarów o precyzji $\frac{1}{100}\%$ dla dokładniejszych pomiarów należy użyć się mostka Thomsona.

W tym przepływie prądu przez opór, drut się ogrzewa i trzeba uwzględnić rozszerzenie i składową część skutecznego oporu

$$\alpha = 0,017 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Stwierdzenie: opór magnetyczny α = współczynnik temp (stopnia) na 1Ω .

Przykład: Brzoziński (Alumina), Krewespuła.



Pomiar siły elektromotorycznej.

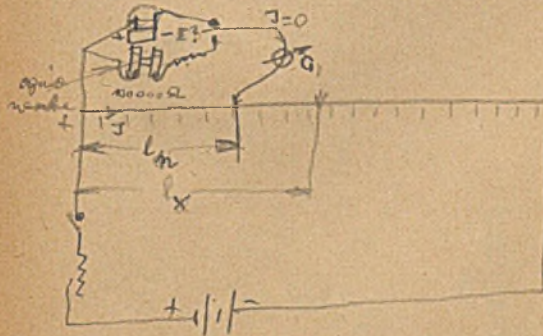


$$U_0 = E \text{ w stanie jałowym}$$

$$U_0 = 2,5V$$

$$E = 2,5V$$

Metoda kompensacyjna pomiaru SEM E.



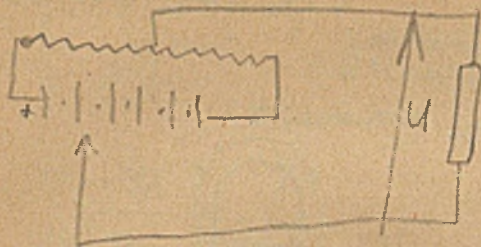
Oporność normalna (Wheatstone)

$$E_x = E_n \frac{l_x}{l_n}$$

$$E_n = J \frac{l_n}{q} \rho$$

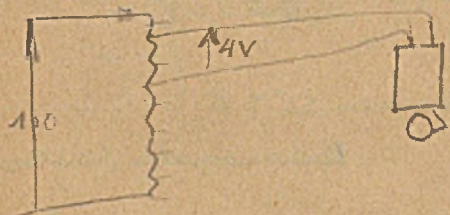
$$E_x = J \frac{l_x}{q} \rho$$

Potencjometr.



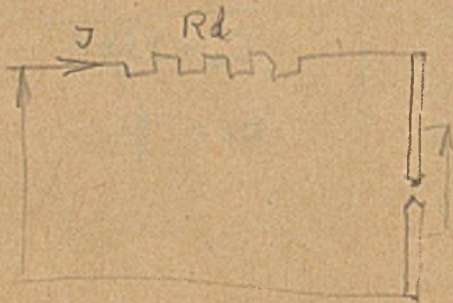
Transformator suwakowy Bardoniego.
 Nastawiony na potrzebne napięcie.

Dziuror.



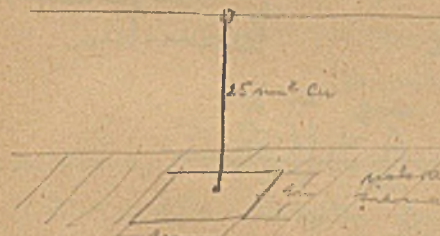
odłączenie od źródła.
 zastawienie w laboratorium.
 dwie strony.

Diawik.



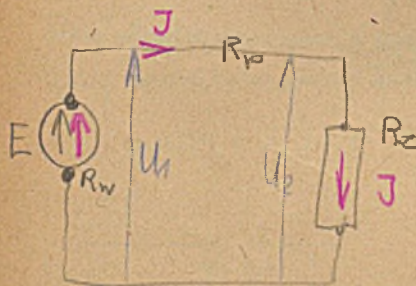
Wziernienie.

Chybiec przy przepływie prądu przez wziernie
 nie powinno się podnieść.



Doświadczenie Rowlanda.

27. I. 1948r.



Doświadczenia
 nad trzemiema
 prądami.



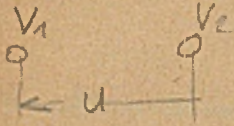
W metalach mamy ruch ładunków ujemnych w kierunku przeciwnym ze strzałką.

Zwiększamy prąd prądu elektryczności dodatniej w obwód.

$$A = U \cdot Q$$

$$U = V_1 - V_2$$

A = prąd prądu dodatniego ładunków.



$$\begin{array}{l} \text{eng} \quad \text{eV} \quad \text{EC} \\ A = U \cdot Q \\ \text{Joule} \quad \text{V} \cdot \text{C} \\ A = U \cdot Q \end{array}$$

$$\text{Joule} = 10^7 \text{eng.}$$

$$A_z = U_z \cdot Q$$

$$A_{\text{odbiornika}} = U_{\text{odb.}} \cdot Q$$

$$Q = J \cdot t$$

$$A_z = U_z \cdot Q = U_z \cdot J \cdot t$$

$$J = \frac{Q}{t}$$

$$A_{\text{odb.}} = U_{\text{odb.}} \cdot Q = U_{\text{odb.}} \cdot J \cdot t$$

$$\begin{array}{l} J \quad V \quad A \quad \text{sec} \\ A = U \cdot J \cdot t \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{eng} \quad \text{eV} \quad \text{EA} \quad \text{sec} \\ A = U \cdot J \cdot t \end{array}$$

$$\frac{A}{t} = P$$

Moc elektryczna

$$P = U \cdot J$$

Praca - " -

$$A = P \cdot t \Rightarrow U \cdot J \cdot t$$

Energia - " -

$$W = U \cdot J \cdot t = A$$

Moc elektr. charakteryzujemy moc odbiornika.

Jednostką mocy jest Watt. W

$$kW = 1000W$$

$$MW = 10^6 W = 10^3 kW = 1000kW$$

Minimalna moc: wypisanie na tablicze znamionowej, pracując bez przerw nie trwale produkować tyle mocy.

I. Wykos obciążenia maszyny leży w ograniczeniu temperatury, n.p. 80°C dla tworzenia białek.

II. Komutacja korotek (iskrenie) kłódsie koros wyolbrzymia

III. Skruszenie maszyny mechanicznie.

$$U = E - IR_w \quad u = E - IR_w$$

Przy obciążonym generatore napięcie spada.

Gdy zwiększymy ilość obrotów generator iskry.

$$q = 0.24 J^2 R \cdot t$$

Dla krótkotrwałych obciążen generator pracuje normalnie.

Im dłużej pracuje (nawet t) tym szybciej przyje się.

Chcąc wolno dopuścić do obciążenia (iskrenia) kolektora.

Moc	11 kW
n	1600 $\frac{\text{obr}}{\text{min}}$
U	110 V
J	150 A
N°

28. I. 1948v.

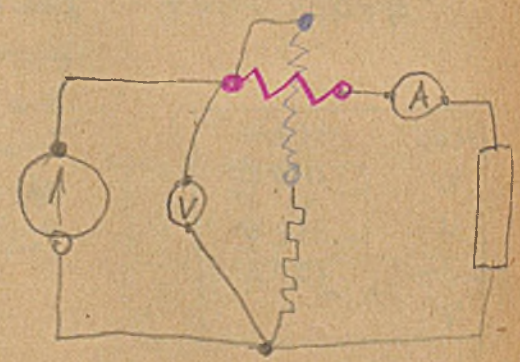
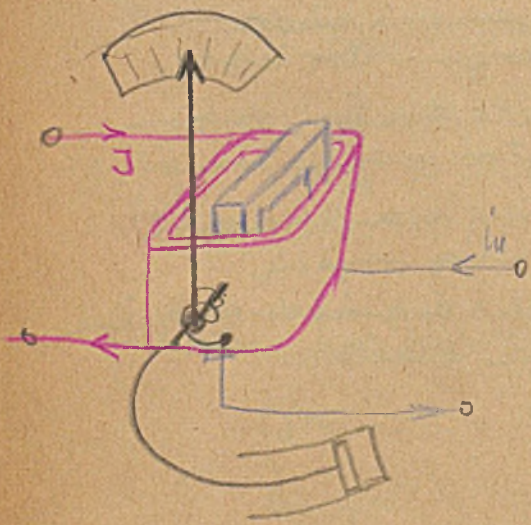


$P = U \cdot J$
 $A = P \cdot J = U J^2 t$
 $W = A$ Energia náru
 nie pravy.

Koi ~~medny~~ (KM) jest
 ovedenie machovne,
 kW jest ovedenie
 pravy elektronyj.

$q = 0,24 J^2 R t; J = \frac{U}{R}$
 $q = 0,24 \cdot U \cdot J \cdot t$

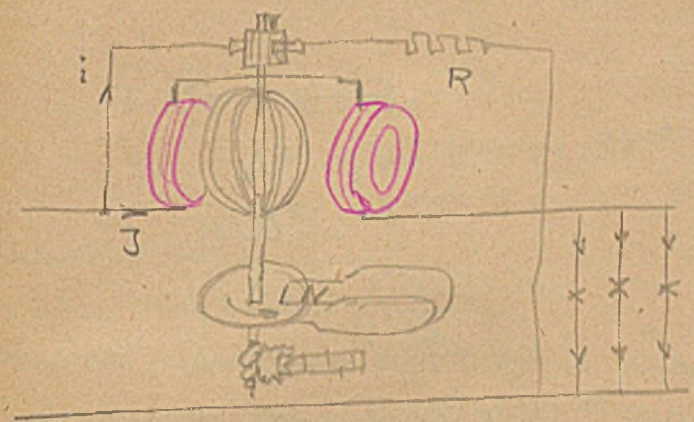
Wmdone dicitá presho sila.
 ponimie mied' mozhivie
 maly opor by nystovosai
 malo sapra i smie wibe η



Colka pravy w ovasied t_1 do t_2

$A_{12} = \int_{t_1}^{t_2} U \cdot J \cdot dt$

Druzi nryad w harye
 (kiznik malyby) $= \int_{t_1}^{t_2} P dt$



$N = n t$
 $A = k \cdot P \cdot t$
 $A = k N$
 W kiznikach
 rowtozaj
 $k = 1$

29.I.1948.

Do dmuchawki elektr. potrzeba do 0,6 Watta.

Żarówka węglowa 3,5 W na św.

-v- -w- -w- -w- 1,1 W

-v- -w- -w- -w- metalowa (wolframa, próżnia) 4,1 W

$$P = u \cdot J = U \cdot J$$

Motora na KM potrzebuje przy 110V - 8A

- " - na 100 KM - " - " - 110V - 800A

- " - " - 1 KM - " - " - 220V - 4A

- " - " - 100 KM - " - " - 220V - 400A

- " - " - 1 KM - " - " - 440V - 2A

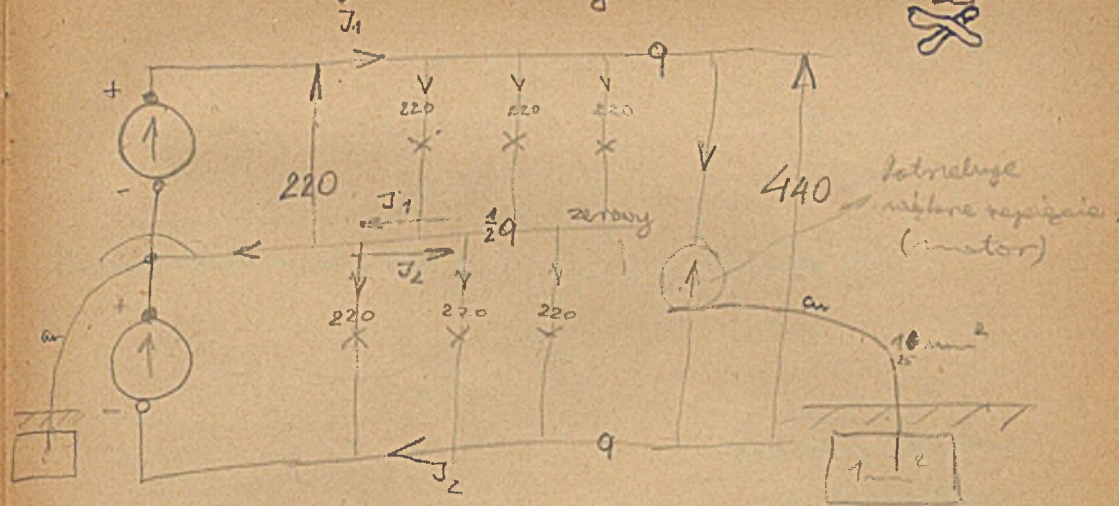
- " - " - 100 KM - " - " - 440V - 200A

Źródło światła z grubym drutem.

Emisja promieniowania narasta do 4-tej potęgi wartości temperatury.

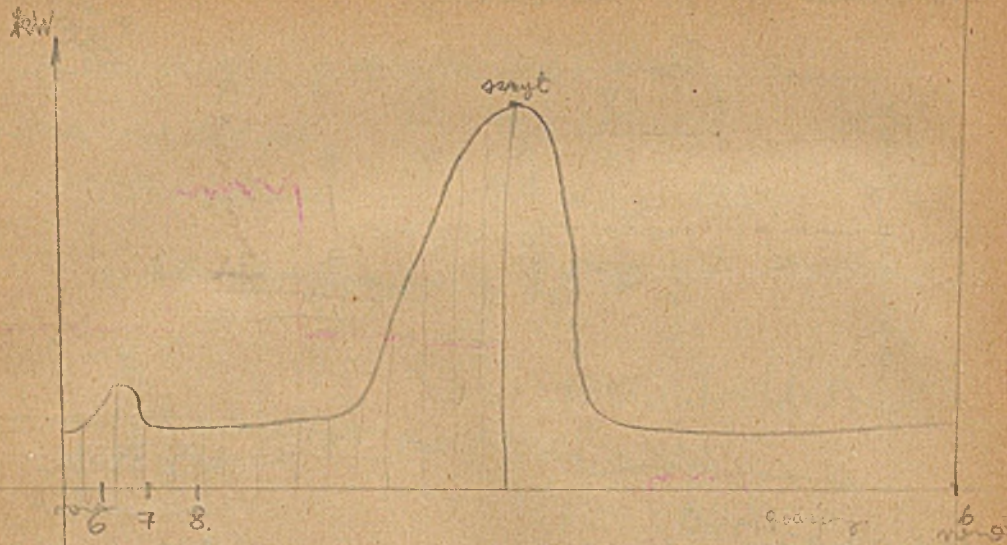
Żar. gazowa na $\frac{3}{4}$ atm.

Wkład dwójprzewodowy.

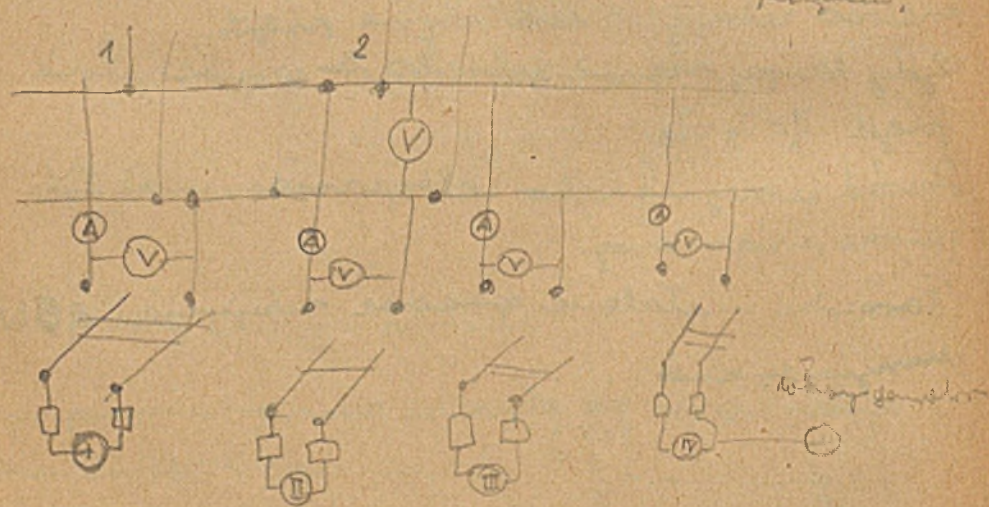


Jeżeli doświetlamy lampy
tak, że J_1 i J_2 równa i mamy
przewód zerowy, w nim płyną prąd.
Gdyby lampy się nie doświetlało to w nim płynie
prąd $J_0 = J_1 - J_2$.
Przewód zerowy nie wolno zabezpieczać, musi być
zawieszony.
Żarówki metalowe gazowe wypróżnia, 0,5 W na św.
Mamyne dymano

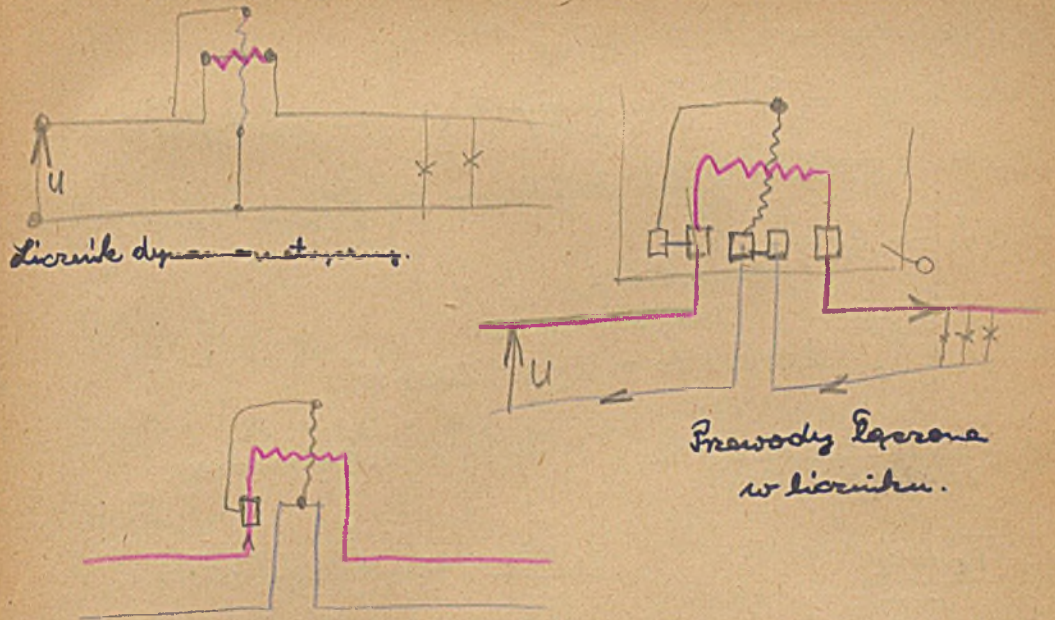




Wielopiętrowy generator dla amplitudy prądu.



Mierzenie mocy w układzie trójfazowym.



Licznik dwufazowy.

Prądniki Łączona w liczniku.

Licznik amperogodzin.



można go użyć jako licznika kilowatogodzin.

$$A = U \cdot I \cdot t$$

24. II. 1948r.

Wattosekunda = 10³ J = $\frac{1}{9,81}$ kgm

Wotogod = 3600 J = $\frac{3600}{9,81}$ kgm = 367 kgm

1 kWh = $\frac{360000}{9,81}$ kgm = 367000 kgm = 367 ton.

1 kWh → 367 tonmetrow.

Alarmelego mierzona 20 kWh = 7340 tonm.

$\eta = \frac{\text{drużnawo-energia}}{\text{wlotowa energia}}$ Gpolar. η i_g mierzony.

$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

$\eta = \frac{V_1 - V_2}{V_1}$ przy kondensatorze

$A_{wi} = A_{otr} + A_{str}$

$\eta = \frac{A_{otr}}{A_{otr} + A_{str}}$

$P_x = ?$ 30% 10 KM

$P_x(1 - 0,3) = 10 \text{ KM}$

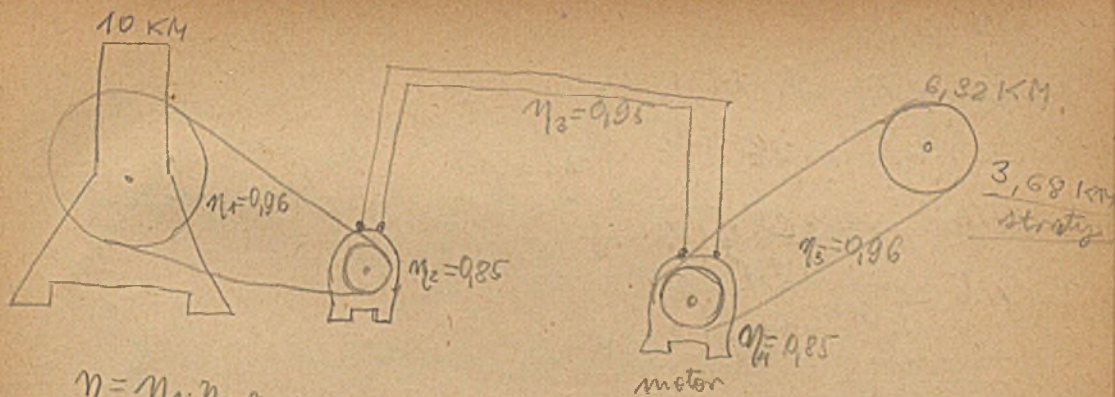
$P_x = \frac{10 \text{ KM}}{0,7} = 14,2 \text{ KM}$

$P_x = 14,2 \text{ KM}$

distort trawityle na mocy sil naprusi ciwiska szrotaw.



$A_{mash} = k \cdot A_{dekt}$



$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5$

$\eta = 0,96 \cdot 0,85 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 0,96 = 0,6325$

$\eta = 0,6325$

$10 \cdot \eta_1 = 10 \cdot 0,96 = 9,6 \text{ KM}$

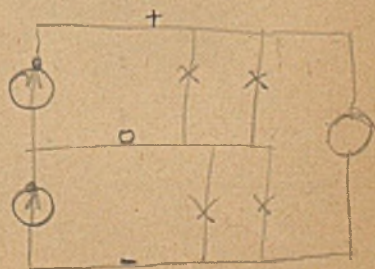
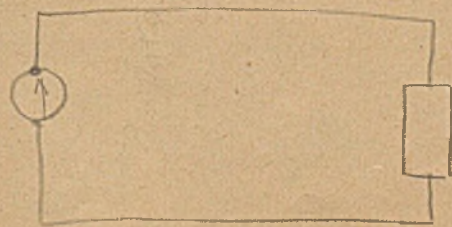
$9,6 \cdot \eta_2 = 9,6 \cdot 0,85 = 8,16 \text{ KM}$

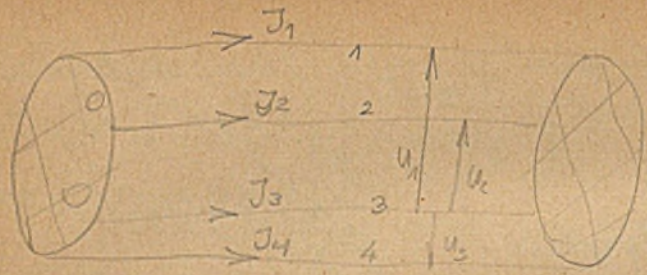
$8,16 \cdot \eta_3 = 8,16 \cdot 0,95 = 7,75 \text{ KM}$

$7,75 \cdot \eta_4 = 7,75 \cdot 0,85 = 6,59 \text{ KM}$

$6,59 \cdot \eta_5 = 6,59 \cdot 0,96 = 6,32 \text{ KM}$

Trubina trawci rocznie 1% na η (zwiznie rozpatk)

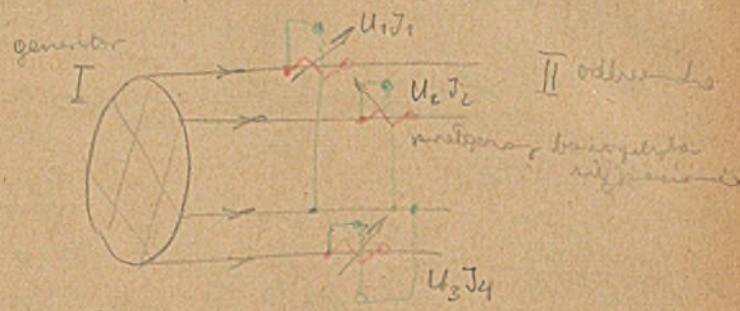




Przewód odizolowany
 jest do tego stopnia
 homogeny, aby nie było

$U_1 = V_1 - V_3$
 $U_2 = V_2 - V_3$
 $U_3 = V_4 - V_3$

$P = (U_1 J_1) + (U_2 J_2) + (U_3 J_4)$ moc



$U_1 J_1 = +500 W$
 $(U_2 J_2) \text{ przepływanie} = -200 W$
 $U_3 J_4 = +300 W$

$P = (+500 W) + (-200 W) + (+300 W)$
 $P = +600 W$

Wzrost napięcia
 + to I jest generatorem...



$j = \frac{J}{4\pi r^2} = \frac{1}{4\pi} \frac{J}{r^2}$
 $K = j \cdot S$
 $K = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{J S}{r^2}$

Wzory na rozkład prądu

j = gęstość prądu

$U_{12} = \int_1^2 K dl$

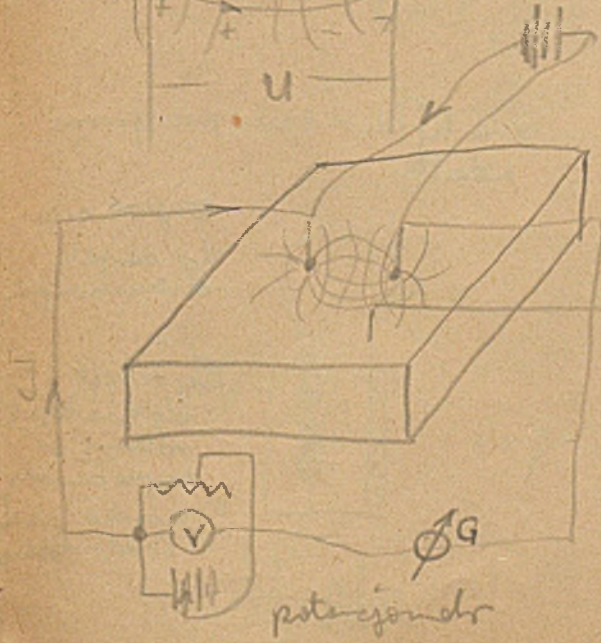
$J = \int_S \vec{j} \cdot d\vec{s} = \int_S j ds \cos \alpha$

Φ = strumień (nat. prądu dla całej pow.)

$\Phi = \int_S \vec{j} \cdot d\vec{s} = \int_1^2 \frac{1}{4\pi} \frac{J}{r^2} ds = \frac{1}{4\pi} \frac{J}{pr} [4\pi r^2]$

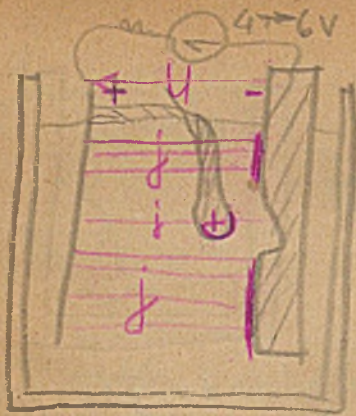


linie strug prądu.

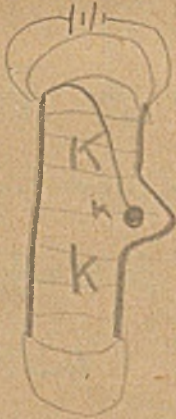


Elektroda nabe.
 Pole w kadzi.

elektroda nabe.



Naformiej linii we włkłosciach metal we włkłosciach nie osada sie.



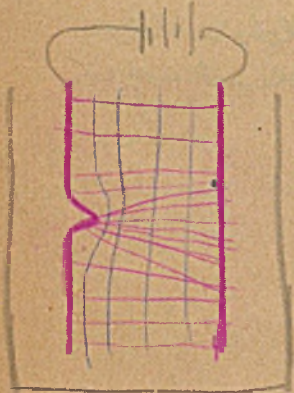
$$U = \int K dE$$

Stroje sie elektroda pomocnicza wyszukajac grubosci nos.

$$K = \epsilon \cdot \epsilon_0$$

ϵ = gęst. prądu

Na kantach i naroziach najcieńsze materienie prądu i ma najw. skupisko linii prądu.

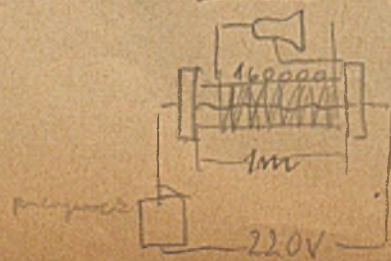


ca tej czasodzie przeprosz wolta.



wywo sie do cewek Schunkhoffa.

By ustlyt sie nie topil rolkowy w miece diwale ruska z sil. kromotopiny.



Opór drowy ziemi od 40 km jest taki sam.

$$R = \int \frac{dl}{g}$$

ze wzrostem l rośnie g.

$$g = 0,24 J R t$$

$$R = \frac{f \cdot l}{g}$$



Obliczanie oporu brzeł.

elektrody przy otworach wyciu graja sie i wysusaja stoczenie (naspieganie wysetky)



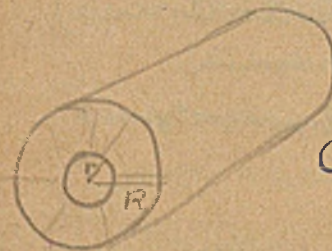
$$C = \frac{\epsilon \cdot R r}{R - r}$$
 pojemność

G = przewodność

$$G = \frac{\epsilon \cdot R \cdot r}{R - r} \cdot 4\pi$$

$$j = \frac{J}{4\pi r^2}$$

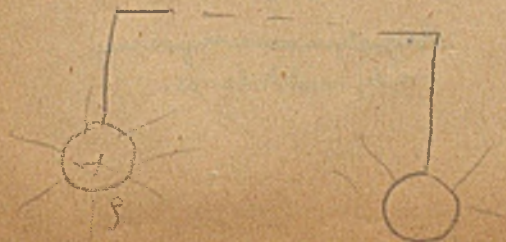
$$R = \frac{R - r}{\epsilon \cdot R r} \cdot \frac{1}{4\pi}$$



$$C = \frac{\epsilon \cdot l}{2 \ln \frac{R}{r}}$$

$$\epsilon = \frac{1}{\rho}$$

$$G = 4\pi \frac{\epsilon \cdot l}{2 \ln \frac{R}{r}}$$



Kule odlegle.

$$C = \epsilon r$$

$$G = 4\pi \epsilon \cdot r$$

$$R = \frac{\rho}{4\pi r}$$

ρ = gęst. przewod.

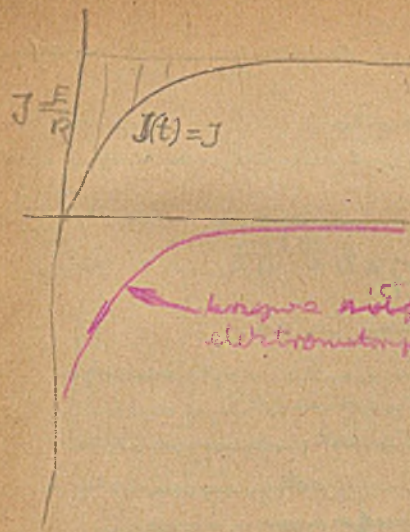
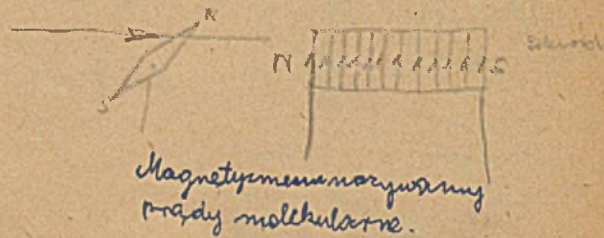


$$R \approx \frac{1}{\pi a \sqrt{N}} \ln \frac{n+1+\sqrt{N}}{n+1-\sqrt{N}} \rho'$$

$N = (1+m)^2 = \frac{8L}{n}$ nie ma
 odl. L
 $\rho' =$ opór ziemi na cm^2 .

III. 1948 r. Działania prądów.

- Działania elektrotechniczne. (Elektrotechnia)
- " - elektrochemiczne. (Elektrochemia)
- " - elektromagnetyczne. (Elektromagnetyzm)



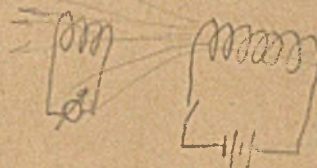
$$J_t = \frac{E - E_t}{R}$$

Pole magnetyczne wyznaga energię, dlatego krzywa nie od zera się ustala.

W pewnym momencie jest spadek. Sądzi się, że krzywa tocha ustalenia prądu. Ma to być powstanie pola elektrycznego, które zmniejsza energię i destrukcyjne pole magnetyczne.

Działania elektryczne. (Pole elektryczne)

- " - dynamiczne prądu. Przejście i odpływanie (elektrodynamika) się przewodników prądu.
- " - indukcyjne. (Indukcja elektromagnetyczna)

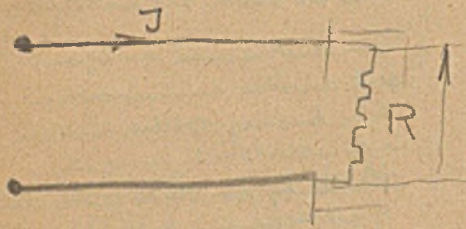


- " - promieniotwórcze.
- " - fizjologiczne. (Prątki i schodliwe).

Działania elektrotermiczne.

Przewody dla pełn. wytrzymałości muszą być dwubiegowo zabezpieczone.

1. Energje elektr. zamienia się na ciepło
2. Dz. termoelektryczne, gdyż ciepło przekształca się na energje elektr.



$$q = k J^2 R t$$

Prawo Joule'a.

Głównie ciepło wytworzonego przy przepływie prądu w przewodzie jest wprost proporcjonalne do drugiego potęgi oporu natężenia prądu oraz czasu i czasu.

Yeden amper wytworzenia na 1 Ω w 1 sec

$$0,24 \text{ kcal} \quad 0,2387$$

$$k = 0,24 \frac{\text{kcal}}{\text{A}^2 \Omega \text{ sec}}$$

$$k = 0,2387 \frac{\frac{1}{1000} \text{ kcal}}{\text{A}^2 \Omega \frac{1}{3600} \text{ godz.}} =$$

$$= 0,2387 \cdot 3,6 = 0,86$$

$$q_{\text{kcal}} = 0,24 \frac{\text{J}^2 \cdot \text{R} \cdot \text{t}}{\text{A}^2 \Omega \text{ sec}}$$

$$q_{\text{kcal}} = 0,86 \frac{\text{J}^2 \cdot \text{R} \cdot \text{t}}{\text{A}^2 \Omega \text{ godz.}}$$

$$J^2 R t = \underbrace{J \cdot J \cdot R \cdot t}_U$$

$$= J \cdot U \cdot t$$

$$= P \cdot t$$

Yereli prąd przepływa przez opór Ikl. to cała energia doprowadzona zamienia się na ciepło według prawa Joule'a.

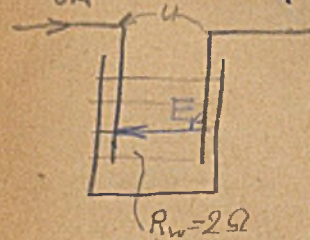
k = równoważnik elektrotermiczny.

Przemiana pracy na ciepło dokonana, że ciepło przekształcone (opór obwodu) nie zmienia się, odbywa się zawsze przy stałym stosunku pracy do ciepła określonej równoważnikiem k .

$$0,24 \text{ kcal} \rightarrow J$$

$$0,86 \text{ kcal} \rightarrow \frac{U \cdot J \cdot 1 \text{ godz.}}{\text{Watt godz.}}$$

$$860 \text{ kcal} \rightarrow \text{kWh godz.}$$



$$U = J R_w + E_{\text{pol.}}$$

$$U J t = \underbrace{J^2 R_w t}_{\text{dopuszcz. ciepła Joule'a}} + \underbrace{E_p J t}_{\text{praca elektrod.}}$$

4.III. 1948r.

$$q = 0,86 \frac{\text{J}^2 R t}{\text{A}^2 \Omega \text{ godz.}} \text{ prawo Joule'a}$$

$$q = k J^2 R t$$

$$q = k J^2 R t \quad k = \frac{q_0}{J_0^2 R t_0} = \text{constans}$$

$$q = k J^2 R t \quad k = \frac{q_0}{J_0^2 R t_0}$$

$$k = \frac{0,24 \text{ kcal}}{\text{A}^2 \Omega \text{ sec}} \quad \text{spółcz. niemoż. dla zmiany.}$$

$$= \frac{0,24 \cdot \frac{1}{1000} \text{ kcal}}{\text{A}^2 \Omega \frac{1}{3600} \text{ godz.}} = \frac{0,24 \cdot \frac{3600}{1000}}{\text{A}^2 \Omega \text{ godz.}} = \text{constans}$$

$$q = 0,86 \frac{\text{J}^2 R t}{\text{A}^2 \Omega \text{ godz.}} = 0,86 \frac{\text{kcal}}{\text{A}^2 \Omega \text{ godz.}}$$

$$\cdot (10 \text{ A})^2 \cdot (25 \Omega) \cdot (5 \text{ godz.}) = 86 \text{ kcal}$$

Dla górnego ciepła Joule'a nie słowia suje.

$$q_{\text{kcal}} = 0,86 \frac{\text{kcal}}{\text{A}^2 \Omega \cdot \text{godz}} J^2 A^2 R \Omega t \text{ godz}$$

$$q = 0,86 J^2 R t$$

Opłonek na $\frac{3}{4}$ l rozgrzany na kontakt 110V.
 $U = 110V$ napięcie robocze.

$$J^2 R t = \underbrace{J \cdot J \cdot R t}_U$$

$$\frac{q}{q_0} = \left(\frac{U}{U_0}\right)^2$$

$$= \frac{U}{R} \cdot U \cdot t$$

$$= \frac{U^2 t}{R}$$

$U = 110V$ $J = 3,5$ Ampernie grafika
 bezpiecznik na 4A.

$$q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$q = 0,75 \text{ kg} \cdot 1 \cdot 90 = 68 \text{ kcal}$$

$\eta = 0,83$ sprawności z dostawczymi

$$q = \frac{68}{0,83} = 83 \text{ kcal} \quad J = 3,5$$

$$q = 83 = 0,86 (3,5)^2 R \cdot t \quad R = \frac{U}{J} = \frac{110}{3,5} = 31 \Omega$$

$$t = \frac{83}{0,86 J^2 R} = \frac{83}{0,86 \cdot 110 \cdot 3,5^2} = 0,25 \text{ godz} = 15 \text{ min}$$

drut: stopy chromoniklowe.
 odczyn oprać podkładala wyprosić nie wolno.
 wyważać miki.
 Elementy mikiowe muszą być sprasowane
 do 1/2 kruszka.

$$\text{Moc grzałka} \quad 110 \cdot 3,5 = 380W$$

Oprowadzenie węża.

$$U = 11V \quad 200 \text{ l} \quad 10^\circ C \text{ do } 35^\circ \quad \eta = 0,7$$

$$200 \cdot 25 =$$

$$q = \frac{200(35-10)}{0,7} = 7150 \text{ kcal}$$

$$A = \frac{q}{0,86} = \frac{7150}{0,86} = 8300 \text{ W} \cdot \text{godz} = 8,3 \text{ kWh}$$

$$t = 30 \text{ min}$$

$$J = \frac{A}{U \cdot t} = \frac{8300}{110 \cdot 0,5} = 150A$$

Boiler.

$t = 10$ godz. $100 \text{ l} - 90^\circ C$ od $10^\circ - 90^\circ$ podgrzanie.

$$P = \frac{q}{0,86 \cdot t} = \frac{10740}{0,86 \cdot 10} = 1250W$$

$$\eta = 0,8$$

$$q = \frac{100(90-10)}{0,8} = 10740 \text{ kcal}$$

$$J = \frac{P}{U} = \frac{1250}{110} \approx 11,4A$$

Wartość zużycia: 4 opozycje po 200W na m^3
 obj. wozu.

$$200W \text{ na } m^3$$

$$U = 500V$$

$$V = \text{obj. wozu} = 32 m^3$$

$$P = 32 \cdot 200 = 6400W$$

$$P = U \cdot J$$

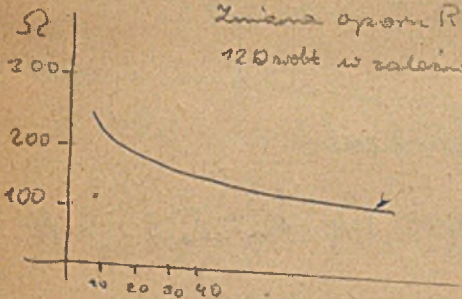
$$J = \frac{P}{U} = \frac{6400}{500} = 12,8A$$

$$R = \frac{U}{J} = \frac{500}{12,8} = 39,1 \Omega$$

$$q = 0,86 \cdot P \cdot t = 0,86 \cdot 6400 \cdot 1 = 5500 \text{ kcal}$$

9. III. 1948c

Isolatory elektricitet i wogal zmijnosci oporu z temperaturą



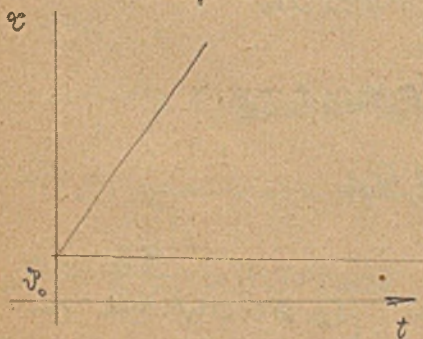
Zmiana oporu R w czasie wogalnosci temperatury 25 stopni.
120 wolt w zalozeniu od napięcia U



$$dQ = KJ^2R dt$$

$$dQ = dQ_g + dQ_r$$

$$dQ_r = c \cdot m \cdot \bar{T} \cdot dt$$



Q_g = ciepło regnania
 Q_r = " - rozproszone
 \bar{T} = przyrost temperatury

$$\frac{dQ}{dt} = KJ^2R$$

$$dQ_r = \lambda \cdot S \cdot \bar{T} \cdot dt$$

σ = pow. chłodząca w cm^2
 ρ = t.p. pow. od otoczenia
 λ = współcz. rozprzeczania
otrzyta ilosc ciepła rozprzeczania
1 cm^2 pow. pow. w czasie 1 s
t.p. od otoczenia 0 $^{\circ}C$

1) bez rozprzeczania ciepła (nieład izolacyjny)

$$dQ = dQ_g$$

$$KJ^2R dt = c \cdot m \cdot d\bar{T}$$

$$KJ^2R t = c \cdot m \cdot \bar{T}$$

wzrost temperatury w czasie wogalnosci

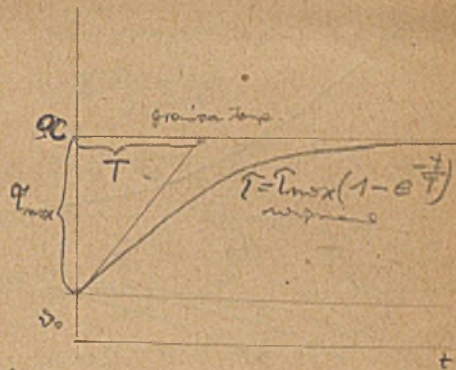
2) rozprzeczanie ciepła

$$dQ = dQ_r$$

$$KJ^2R dt = \lambda \cdot S \cdot \bar{T} dt$$

$$KJ^2R = \lambda \cdot S \cdot \bar{T}_{max}$$

$$\bar{T}_{max} = \frac{KJ^2R}{\lambda \cdot S}$$



$J = const.$, $R = const.$, $\lambda = const.$, $S = const.$

$$dQ = dQ_g + dQ_r$$

$$KJ^2R dt = c \cdot m \cdot d\bar{T} + \lambda \cdot S \cdot \bar{T} \cdot dt$$

$$KJ^2R = c \cdot m \cdot \frac{d\bar{T}}{dt} + \lambda \cdot S \cdot \bar{T}$$

$$\frac{KJ^2R}{\lambda \cdot S} = \left(\frac{c \cdot m}{\lambda \cdot S}\right) \frac{d\bar{T}}{dt} + \bar{T}$$

$$\bar{T}_{max} = T \frac{d\bar{T}}{dt} + \bar{T}$$

$$\bar{T}_{max} - \bar{T} = T \frac{d\bar{T}}{dt}$$

$$\int \frac{d\bar{T}}{\bar{T}_{max} - \bar{T}} = \int \frac{d\bar{T}}{T}$$

$$\frac{t}{T} = -\ln(\bar{T}_{max} - \bar{T}) + C_1$$

$$-C_1 = \ln C' \quad -C_1 = \ln C_2$$

$$\frac{t}{T} = \ln\left(\frac{\bar{T}_{max} - \bar{T}}{C_2}\right)$$

$$\ln e^{-\frac{t}{T}} = \ln\left\{\frac{\bar{T}_{max} - \bar{T}}{C_2}\right\}$$

$T = \frac{c \cdot m}{\lambda \cdot S}$ = stała czasowa w stopniach C.

$$e^{-\frac{t}{T}} = (\bar{T}_{max} - \bar{T}) C_2$$

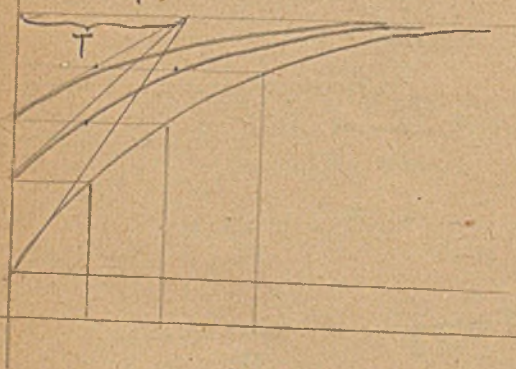
$$T = \frac{c \cdot m}{\lambda \cdot S}$$

$\bar{T} = \bar{T}_{max}(1 - e^{-\frac{t}{T}})$ cala ilosc ciepła rozprzeczania się w czasie t

Utyżnienie

$$0 = dQ_y + dQ_r$$

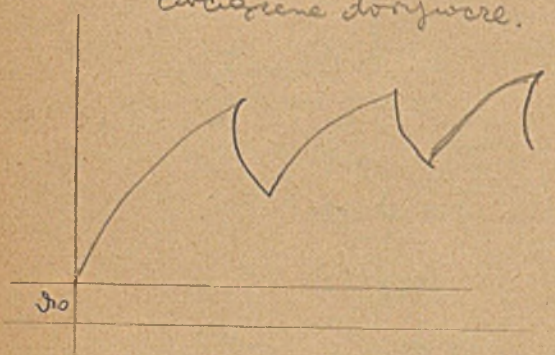
Wzrostwa stopnia, $\tau = \tau_p e^{-\frac{z}{T}}$



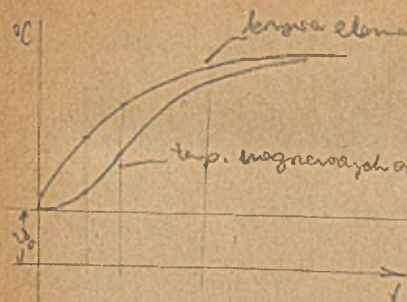
Krzywa opiewania dla
roznych temperatur
konduktorach.

obciążenie długocze.

J_0 - temp. normalna



Palnik.



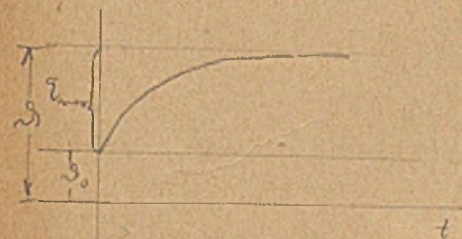
- τ_{max} dla garbnia = 500-600°
- " dla zlozka = 600-700°
- " dla pusa = 800-900°
- " dla kelby = 700-800°

Przewody elektryczne

$$\tau_{max} = k \frac{J^2 R}{h \cdot s} = k' J^2 p \quad \text{Wzrost Imhof'a}$$

$$\tau_{max} = k' J^2 p$$

temp. jest proporcjonalna do kwadratu natężenia
i odwrotnie do pierwiastka przekroju.



Przewodniki powie nie maly
opór izolacyjny.

Przekroje

- 0,5 mm² do 100 mm, izolacja gumowa, adaptacja instalacji do 6 A
- 0,75 mm² do 6 A, do 100 mm w kierunku kontaktów
- 0,1 mm² do 6 A, musi być odizolowane do MA na krótki odległości
- 1,5 mm² normalny światłowy

Dopasunek temperatur obciążenia
kawatami miedzianymi i miedziowymi w 1/2 P.N.E.

Prękość w mm	Wsp. dop. obciążenia w op.	Grubość miedzi w Ang/m ²	Wsp. dop. miedzi w Ang/m ²
0,5	7,5	15	6
0,75	9	12	6
1,0	11	11	6
1,2	14	9,34	10
2,2	20	8	15
4,0	25	6,25	20
6,0	31	5,16	25
10	43	4,3	35
18	75	4,68	60
25	100	4	80
35	125	3,57	100
50	160	3,2	125
70	200	2,86	160
95	240	2,33	200
120	280	2,33	225
150	328	2,17	260
185	410	2,15	300
240	450	1,875	350
300	525	1,75	430
400	640	1,6	500
500	760	1,52	600
800	1030	1,31	850
1000	1250	1,25	1000

Kable miedziane nie przepierają i można je obciążać
na więcej amperów.

Opory grzejne.

Manganin (84% Cu, 12% Mn, 4% Ni)

budowa oporników na prąd stały.

Kobaltin 54% Cu, 26% Ni, 20% Zn.

Restan

Konstantan (60% Cu, 40% Ni) nie nadaje się w prąd stały

Kruppin

0,6-0,8 opornob.

Opory grzejne składają się z chromu i niklu.

Chromin 85% Ni, 15% Cr opornob. 0,85

Pirochromin 80% Ni, 20% Cr opornob. 0,5

Temostromin

NiChiel

0,1

Cu

0,175

Wszystkie NiCr muszą temperaturę do 1000°

11. III. 1948r.

Kable wielozylowe znoszą mniejsze natężenie od monozyłowych.
 Izolacja grubsza górej przewodzi ciepło. W kablach, gdy wiele
 kabli razem leży, może nastąpić pożar kabli.
 Dlatego muszą być osobno kładzione.

(Przepisy ludowy prądów silnych) wydanie 1946r.

Ciepło w maszynach elektrycznych.

W urzędzeniach przepływa prądy wytwarzające ciepło

$$q = 0.86 J^2 R t$$

Czasem największy wpływ.

Dla maszyny prądu 10-godzinna przy pełnym obciążeniu.
 Przypniemy, że po 10 godzinach temperatura dochodzi do T_{max}
 i ustala się.

Przyrosty przy izolacji bawelnianej $40^\circ = T_{max}$

T_{max} - " - " - " - niepowinno przekraczać 75°

Tę temperaturę nie można przekroczyć.

Źródło ciepła

Prąd elektryczny, tarcie w łożyskach, przemagnesowanie
 rdzenia, strąpieniny pętlicy histerycznej, praca
 do pętlicy histerycznej magnetycznej.

Cała ta praca zamienia się na ciepło.

Prąd I_n nominalna
 wartość prądu

$I_{nom} = \frac{Jq}{W}$	W dlo. stopiek od 6A — 10A	$W = 2,1$
	" - " - " - " - 15 — 25A	$W = 1,75$
	" - " - " - " - 35 — 200A	$W = 1,6$

Elektrotermiczne łączenie metali.

16. III. 1947r.

Łączenie przy pomocy łuku.

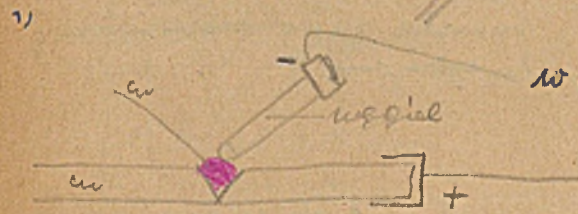


Na elektrodzie ujemnej
 jest plama katodowa.

W lampach łukowych
 świeci mater., a odbl.

widny w odległości 4mm

Wzrost dodatni spala
 się 3 razy szybciej.
 Wytwarza w otoczeniu
 fotograficznych.



w r. 1885 Bernardos

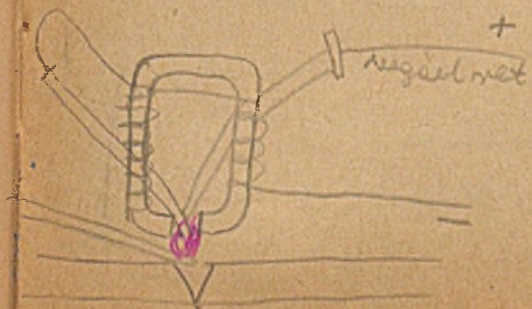
Wyniwa się do łączenia
 metali kolorowych.
 utożenie porożne.
 $I = 250$



1892r. Glawerson.

elektroda żelazna
 w stali.
 Wyniwa się do spawania żelaznych
 $I = 250A$

3). System 1889r. Zener



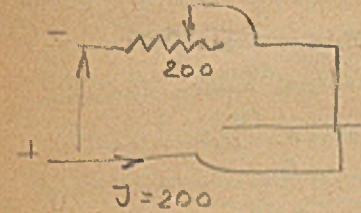
Charowa produkcja do żelaza
 i metali kolorowych.
 Wyniwa do przecinania
 grubych blach.

Łączenie między wysoko

Maxyna Krännera i Rosenberga.

Maxyna Rosenberga.

Horizontální mříž zvěra na krátko.



Do solidného spawania wywo- nie prądów stałych.
Prąd zmiędy dla mierz ważynek poleżeni.

Zaprawianie.



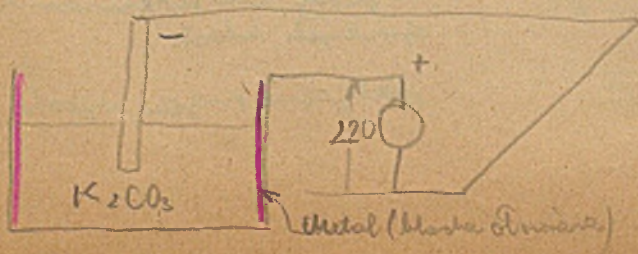
Prąd 3000A
napiecie kilka V.
naciska się po rozgrzaniu
ku sobie nitę P.

Zaprawianie przez punktowanie.

Sporet do sygnowanie



Topnienie wódke LaFontaine'a



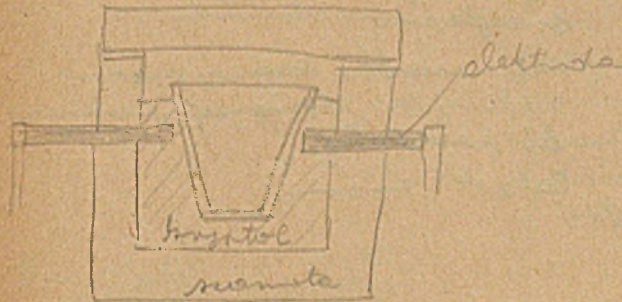
Piece elektryczne. (Opornowe)

Piec platynowy Genssena

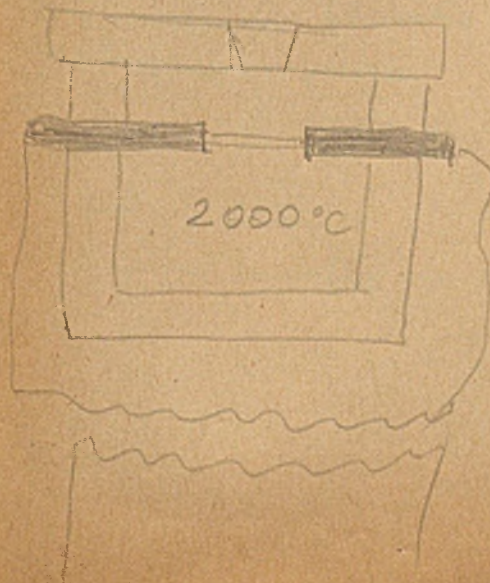


Polimna do 15-30A
temp. 1000-1500°C.

Piec krystalowy.



Piec Borchert.

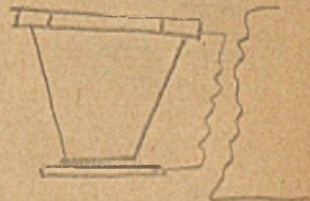


Piec grafitowy.

grafit naciekany
w powietrzu.

Piec Anema.

chlodzić wodą.



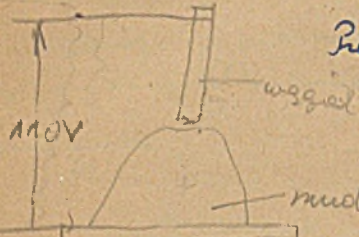
Piec cyny

chlorystanowa
izolacja.



Piece tukowe.

1).  = 1849r. Despretre

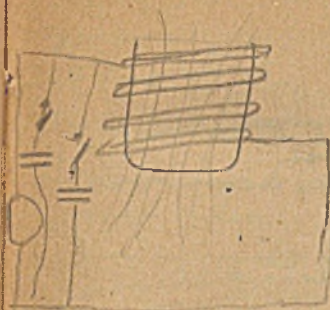
2).  Piec Bradley'a
1881r.

do wytopiania aluminium.
lekkości i nadziej podnie-
szeniu od topionego metalu
Al. pod stalą.
CaC₂ - " - ziemny.

3). Piec Moisson'a 1881r.



Piece indukcyjne.



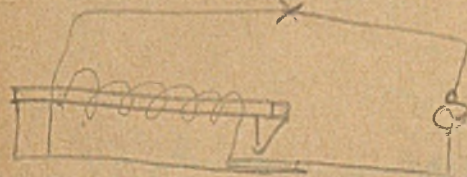
źródło prądu zmiennego o wyższej
frekwencji.

$$f = 10000$$

tworzą się tak silne prądy,
że metal się topi.
Metale można topić o ile
nie straszą za nadto własności
magnetyczne.
Był tłumiony działaniem samoindukcji
długim ciałem katektatami
by wywołać rezonans.
Przy ładunku elektrycznym
powstają tlenki azotu,
które z parą tlenową HNO₃
i niekiedy tworzą.

Bimetaliczne paski.

Blachy z 2 metali o różnej rozszerzalności liniowej.
Przy podgrzaniu blachy się wygina, bo jeden kawałek
wydłuża się drugiego.



Termiczne przyrządy pomiarowe.

Superiora ciepłoty.

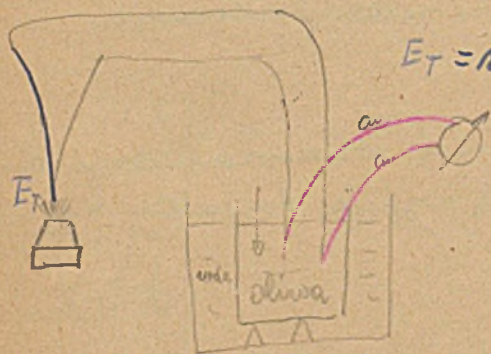
Przyrządy zmię

nie wolno używać
bożnichach.
Pomiar bez bożnichach
do 14.

Przy niskiej częstotliwości
mamy dnt, a przy wyszej
jest bęben.

Przyrządy mierzace
wartości skuteczne $\sqrt{\frac{1}{T}} \sqrt{J_{0.05}}$

Zamiana energii cieplnej na elektryczną.



$E_T =$ siła termoelektryczna.

$\eta = 0,5\%$ Strata 99,5%
ciepła,
nieekonomiczne.

Stos Gülschera.
siła termoelektryczna dawadly 4V i 6A.
Prąd nie stychni.

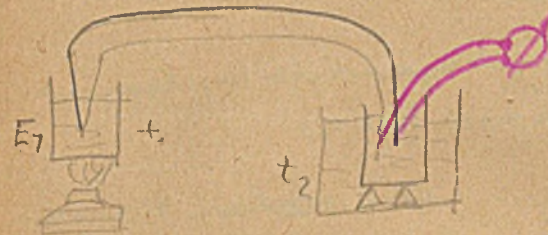


Dziwofor Heil'a

gazy samochładowe mały ogniwka termoelektryczny.
Ciepota rozkładająca się w wyregulowane z obieg.

Pinometry.

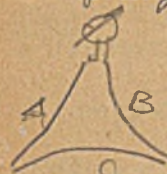
Temp. bliska zeru 0 mierzony termoelektryczny.
określenie siły elektrycznej wykorzystuje obwód,
wzgl. niego odwrócony warianty S.E.T. metali
w styku z Stinsonem.



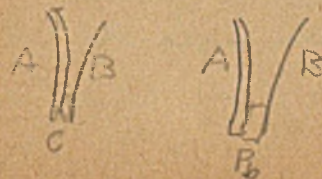
$$E = (t_1 - t_2) \left[\alpha + \frac{\beta}{2} (t_1 + t_2) \right] \mu V$$

gdzie E wypadła + to metal w styku z obwodem
elektrycznym się dodatek.

gdzie mamy w styku rozkład, to pod pierwszą w styku
taki jakoby A i B były nieporozumieniem.



C nie występuje na S.T.E
czyli tutaj nie działa na S.T.E



Wzór na obł. S.E.M. Fabonariusca.

$$E = (t_1 - t_2) \left[(\alpha_A - \alpha_B) + \frac{\beta_A + \beta_B}{2} (t_1 + t_2) \right]$$

$t_1 = t_{top}$ - kierunek grzejnik
 $t_2 = t_{bottom}$ - chłodnica

S.T.E. celow i nitel

$t_1 = 150^\circ\text{C}$ $t_2 = 50^\circ\text{C}$

$E = 100[(+134 - (-23,3))] + \frac{-0,3 - (-0,008)}{2} \cdot (150 + 5)$

$E = 100(36,7 - 29,2) = +750 \mu\text{V} \pm 0,5 \text{mV}$

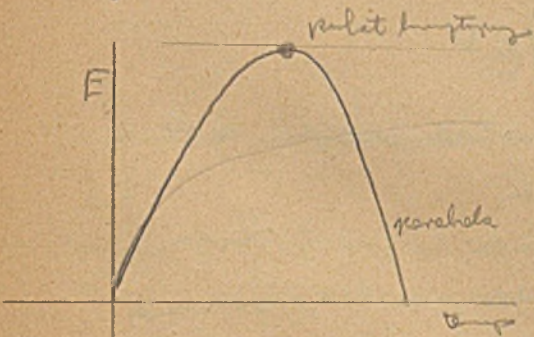
Fe +
Ni -

Przytopach metali opornych zjawisko występuje silnie.
Poinicelnijer wórn Fabénarius'a.

$e = \frac{dE}{dT} = \alpha + \beta t \frac{\mu\text{V}}{\text{stopnia}}$

$e = \text{rodzicé teminua}$

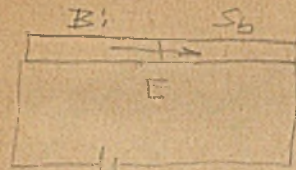
Krozw



$A_{91} \text{Fe} = \text{pólit magnezia } 223^\circ\text{C}$

Praktycznie wykorzystujemy tylko część krzywej.

Efekt Peltier'a.



Wystąpienie różnicy temperatury przy przepływie prądu nie może być wykorzystane przez ciepło Joule'a.

Efekt Thomson'a.



Góla elektryczniana rozłożona jest na całej powierzchni powierzchni.

Efekt Becquerel'a. 1824r.

Opórwóm. ogólna Becquerela wynosi 2014,52.

Próbnik elektryczny nie dodatek spirala isienic.



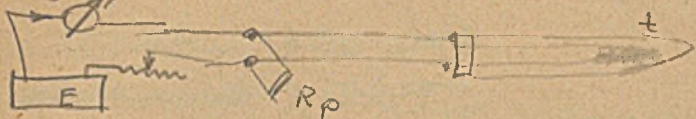
Pirometr.

1. Obstruga Kóllów
2. Obstruga óhóstów (stódy órópó)
3. teminua w ópítalu.
4. Óntrola pírómétrinua dla teatrów.

Rodzaje termoelementów elektrycznych

- 1) Pimontowy opornościowy
- 2) - " - termoelektryczny
- 3) - " - optyczny

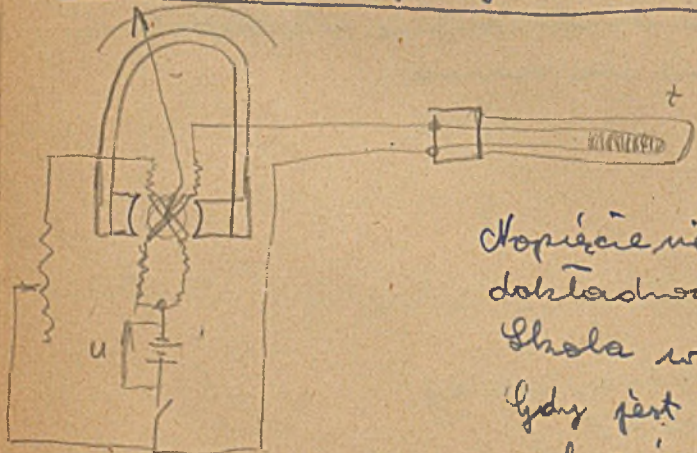
ad 1. $R_t = R_0(1 + \alpha t)$ opór zmienia się z temperaturą



wyznacza się z dokładnością, jaką się chce
pod względem temperatury.

R_p = opór porównawczy.
wyznacza się z oporu standardowego.

Skonowiec kryjowy Brügera.

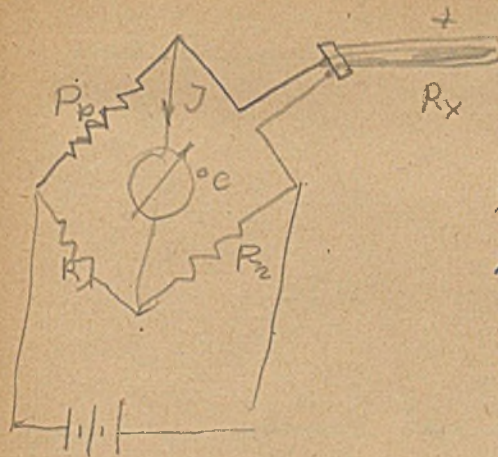


Współczynniki nie są równe ze
dokładnością pomiaru.

Skala w $52 \mu V / ^\circ C$.

Gdy jest bez prądu to
wskazówka ma dowolne
położenie, gdy włączymy
prąd wskazówka ustala się.

Mostek Wheatstone'a z galwanometrem wycelowym
w $^{\circ}C$.



Do termoelementów opornościowych
wyznacza się precyzyjnie,
zależnie od wymagań temp.
skala wyznacza się.

Temperatury 1000° nie wyznacza się precyzyjnie opornością
bo metale zmieniają opór.
Zakresy od -200 do 600° .

ad 2.

Różnie

do $100^{\circ}C$:

kontakt z Fe wyznacza $40 \mu V / ^{\circ}C$

od $100-300^{\circ}$

ant. ze Srebrem ma $ET, 60 \mu V / ^{\circ}C$

$300^{\circ}-1000$

$Pt \approx Rh$ $10 \mu V / ^{\circ}C$

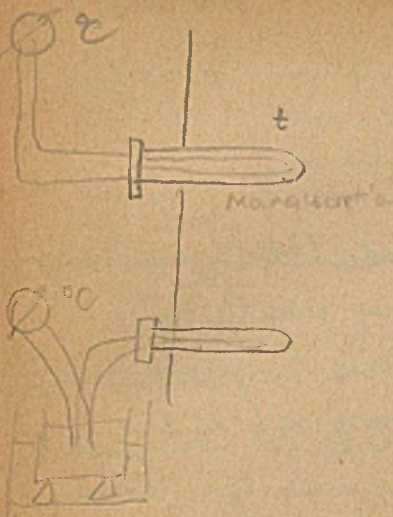
od $1000-2000$.

Dla Jonydu z Rutenem

$e = 1 \mu V / ^{\circ}C$

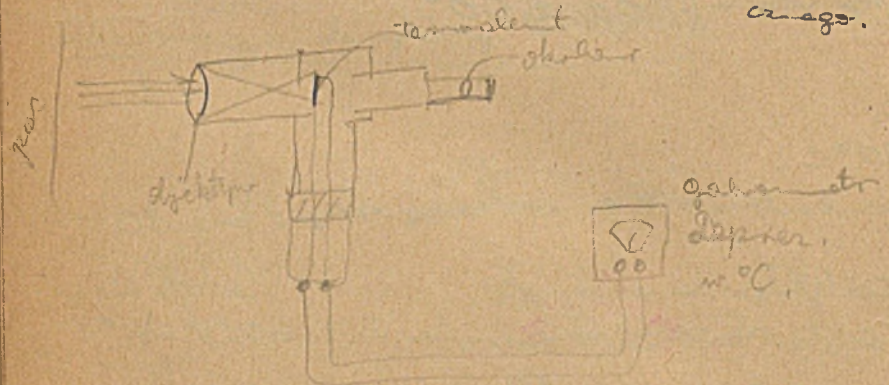
Termometr La Chatelier'a.

Chłodzenie baterii



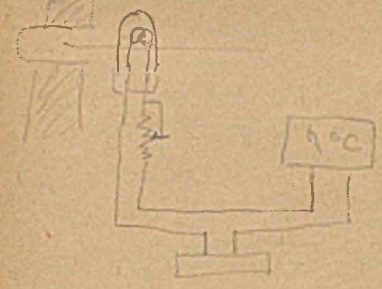
ad 3. Pirometry optyczne do temp. optycznych.

1. typ pirymtu optycznego termoelektrycznego.



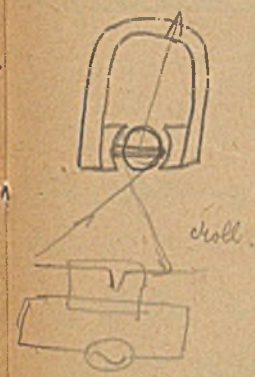
- Galwanometr: 1) jednolita skala
 Depner 2) wyskazywanie w obu kierunkach
 3) dołączenie prądu a przed stykiem.

2. pirymtu optyczny jarowy (wielkość nie zależy i powiększenie optyczne). dołączony do 50°C.



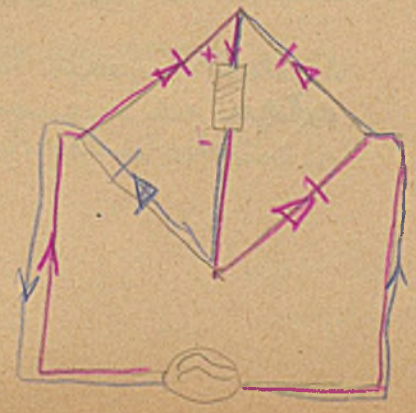
Galwanometr Depner musi mieć również przed stykiem przycisk resetujący.

Układanie układu diodowego na zerowanie styku elektrodowego (detektor).



Układ Grätza

wzrosty prądu prostobieg



Działania elektrochemiczne.

Elektrolity = przewodniki drugiej kategorii.

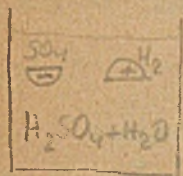
dużo by ich było tylko związki chemiczne.
Pod działaniem prądu stałego rozkładają się.

Związki ulegają rozdzieleniu na jony.

H_2SO_4 jest izolatorem (nieprzewodny).

Roztwory wodne są dobrymi przewodnikami.

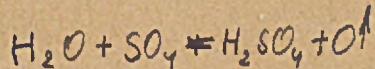
Jony są to związki dem. obciążone ładunkiem elektr.



Kation = jon +

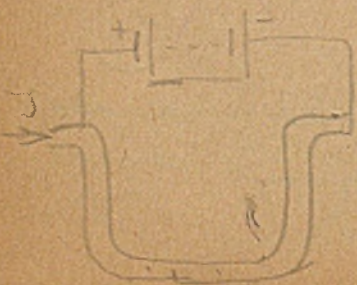
Anion = jon -

Rozdzielenie zachodzi bez udziału prądu

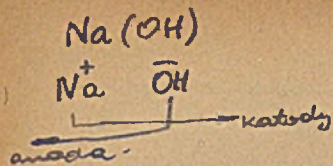


prąd konwekcyjny

W metalach prąd kondukcyjny.
polega na przewodzeniu elektronów
przez siatkę metalicznego prądu.

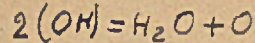
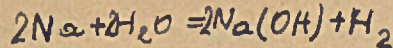
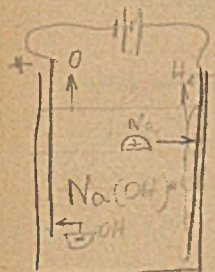


prąd konwekcyjny



Cu = ~~atom~~ niedzi
nieaktywny
dodatnie

Przy złączeniu z elektrodą
neutralizuje się i osadza
się na katodzie.

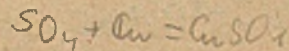
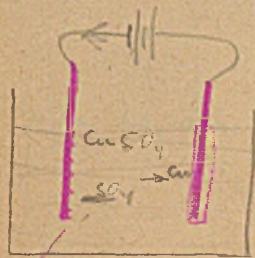


Elektroliza rozadowa.

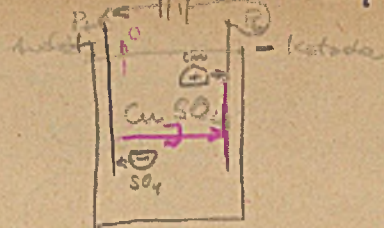
Do elektrody kwasowej
wchodzi się, P, C, lub Pb.

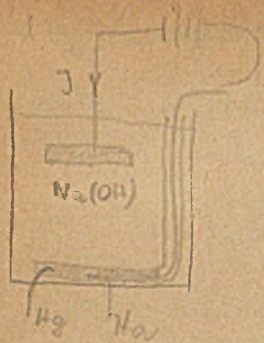
Do rozadowej wchodzi
elektrody Fe.

Metale i wodór idą z prądem, reszty kwarcowe
i tlen przeciw prądowi.

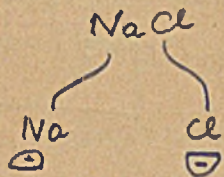


Metale i wodór idą z prądem.





Na wazie sie z Hg. Po odparowaniu
otrzymujemy czysty Na.



Przy elektrolizie wody otrzymujemy przed dopięciem pierwiastki.
Trzeba napięcie włożyć pewne napięcie motowdrowa $U_p = E_p$
 $E_p = 1,6V$ sila elektromotoryczna polaryzacji.
(Dziela prąd na dwa.)

dopięcie źródła rozkładającego musi być wyższe od
napięcia motowdrowego U_r .

$R_w =$ opór elektrolitu.

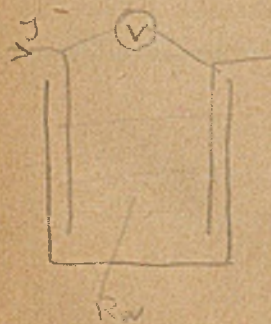
$$R_w = \frac{l}{g} \cdot \rho \quad \text{opór chemii.}$$

Dla metali: $R_w = \frac{l}{g_{\text{metali}}} \cdot \rho$

$$\rho = 10^4 \rho'$$

Elektrolity mają b. wielkie opory. (Związek) $\text{CuSO}_4 = 64000 \Omega$

Równanie energetyczne.



$$U = JR_w + E_p \quad \text{napięcie na waziance elektrolitycznej.}$$

$$UJt = J^2 R_w t + E_p Jt$$

$UJt =$ energia doprowadzona do wazianki

$J^2 R_w t =$ ciepło Joule'a

$E_p Jt =$ energia chem.

$W =$ energia dostarczona

$$W_{\text{dost}} = W_J + W_{\text{chem.}}$$

$$E_p Jt = W_{\text{chem.}}$$

$$E_p = \frac{W_{\text{chem.}}}{Jt} = \frac{\text{kal}}{924 \text{ C}}$$

Prawo ilościowe (Prawo Faradaya)

$$m = k \cdot Jt = k \cdot Q$$

$$m = k Q \quad k = \frac{m_0}{Q_0}$$

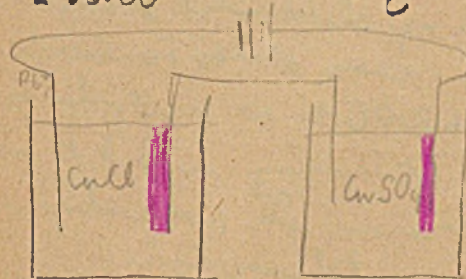
$$\frac{A}{W F} = k$$

dla CuCl

$$k = \frac{63,57}{1,96500} = 0,00065895 \frac{\text{g}}{\text{C}}$$

dla CuSO_4

$$k = \frac{63,57}{2,96500} = 0,000329 \frac{\text{g}}{\text{C}}$$



przy CuCl wydziela sie
2 razy więcej Cu.

Najlepiej do elektrolizy
związek janyse CN

$A =$ ciężar atomowy w gr.
 $W =$ wartość siły w olamy zgrah

$F =$ stała Faradaya
 $F = 96500$ Coulombs.

1 Ah wydriela 1,2 gr. Zn

Ah do baterii kontuje 1,2 gr Zn z elektrody baterii.

kg otr. z baterii 1 kg Wk związa się 1,2 kg Zn.

np k.mole do 4%.

Przez amalgamowanie cynku dochodzimy do η b. wysokiego.

Wielki masy są wpi amalgamowane.

$$m = k Q, \quad k = \frac{Q}{\text{sec}}$$

$$m = k J t$$

k = równoważnik elektrochemiczny.

F = stała Faradajsa jest natęż. związan. z jedyn. równoważnikiem grammych.

Równoważnik grammy jest to ciężar atomy niewiastki podzielony przez jego wartościowość.

$$m = \frac{A}{wF} \cdot Q \quad \text{jeżeli } Q = F \quad \text{to } m = \frac{A}{w}$$

$$m = \frac{A}{w} \quad \text{w gramach.}$$

Jeżeli przez elektrolit przepędimy natęż. równ. stałej Faradajsa czyli 96500 C to w urządzeniu chem. otrzymamy produkt równ. ciężarom w d. podzielonym przez wartościowość.

$$J = \frac{m}{k \cdot t}$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{dla miedzi } (CuSO_4) \\ J = \frac{1000g}{0,65837} \end{array} \right)$$

dla $CuSO_4$

$$J = \frac{1000g}{1,18,1} = 843A$$

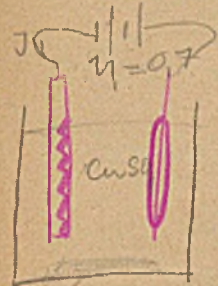
~ 1 godz.

w procesach elektrochem.

z nieczystymi metalami

$$\eta = 0,7$$

Refinowanie miedzi.



zanieczyszczenia

Porokad H_2SO_4 mieszka np. wotmure.

$$E_p = \frac{W_{ch}}{J \cdot t} = \frac{W_{ch}}{0,27 \cdot F} = \frac{W_{ch}}{0,27 \cdot 96500} = \frac{W_{ch}}{23000}$$

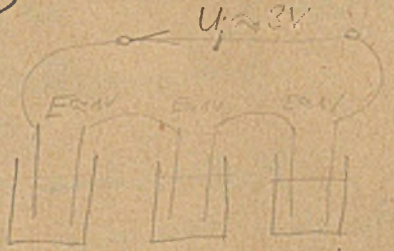
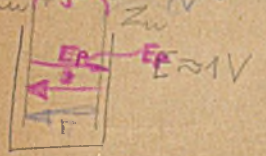
$$E_p = \frac{W_{ch}}{23000}$$

1. IV. 1948r. Elektrochemiczne źródła prądu

Ogniwa galwaniczne.

$E = 2,5V$ (PbO_2^+ , Zn^-
 $H_2SO_4 + aq.$)

Ogniwo Volty. 1800r.



Green Volty.
cynk, kadm, cynk, ołów, wolfram, żelazo, bismut,
antymon, miedź, srebro, złoto, rtęć, platyna, węgiel.

K, Na, Li, najbardziej ujemnie od cynku.

Ściąganie i łagodzenie ogniw bardziej poprzedzających
elektropuje ^{do}Hydrogenie.

W roztworze H_2SO_4

Zn	Cd	Sm	Pb	Wc	Fe	Bi	Se	Cu	Ag	Au	Hg	Pt	C
0	0,24	0,45	0,45	0,46	0,46	0,75	0,8	0,9	1,13	1,25	1,28	1,52	1,55

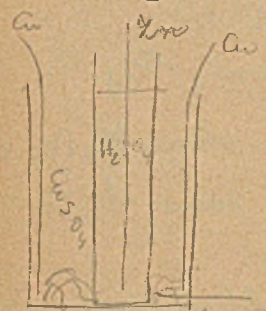
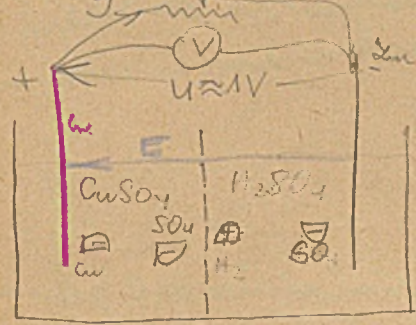
Ogniwo Volty ma faj:

- 1. wady: polaryzacja ogniwa
- 2. mechaniczne uszkodzenia

Był mniejsze napięcie cynku on obciążeniu się
stępnia. (Sturgeon 1826)

Wła E.M. polaryzacji różnie z niego wydzielania
się wodoru.

Ogniwo Daniella



Ogniwo Meidingera.



$E = 0,9$
 $R_v = 5 \Omega$

$\frac{E}{R_v} = \frac{0,9}{5} \approx 0,2A$

$E \approx 1V$ $E = V_+ - V_-$ dla $J = 0$

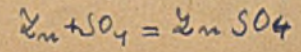
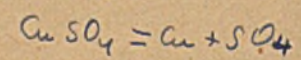
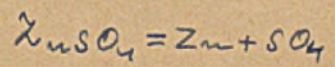
okazuje wydzielanie
miedzi, a ubytek cynku.

$Zn + SO_4 = ZnSO_4$
Wła elektromotoryjna
polaryzacji została
zmniejszona (1836r.)

χ_n = materiał oporowy (cynk)

H_2SO_4 = elektrolit

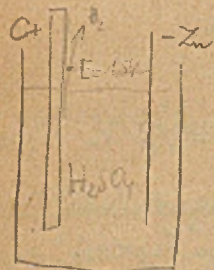
$CuSO_4$ = olej polaryzator.



Polaryzacja
przez wydzielanie
miedzi.
Ogniwo na
prąd stały
wzrost.

Ogniwo Bunsena.

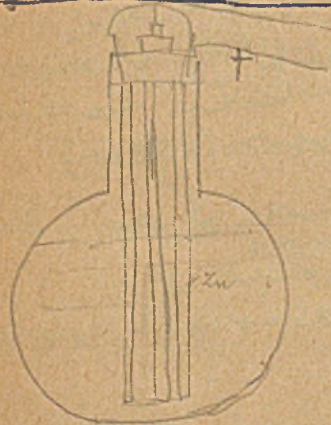
Platyna w ogniwie Grove'a roztopiono węgłem.



Wskazuje polaryzację

By uniknąć polaryzacji dodajemy jako depolaryzatora kwasu chromowego

Ogniwo Grenet'a 1842 r.



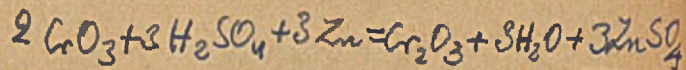
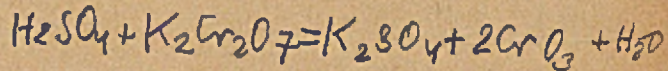
Smalczanowanie nie pomaga.

$$E \approx 1,9V \quad R_w = 0,1 \Omega$$

Miernikina 130 g wody, 50g H_2SO_4

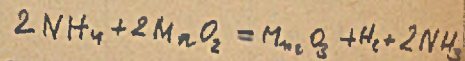
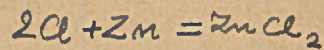
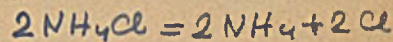
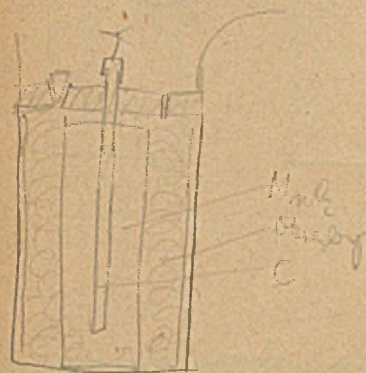
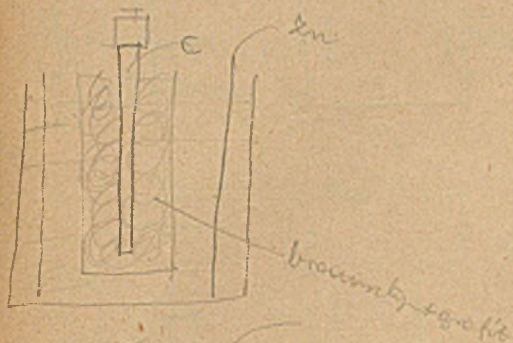
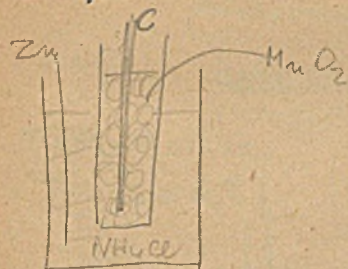
20g dichromianu potasu $K_2Cr_2O_7$

lub " " sodowy $Na_2Cr_2O_7$



Ogniwo Leclanche'a 1868r.

$$E = 1,5V \quad R_w = 0,5 \rightarrow 0,1 \Omega \quad (\text{laborii detektorskiej})$$



Grupa amoniowa nie dojdzie do węgla tworząc c. brunatny
Ogniwem się zanębia, to
uniknąć utraty nie NH_3 .

Depolaryzator = MnO_2

Elektrolit = NH_4Cl

Ogniwo suche.

S.E.M. ogniwa nie zależy

od wielkości ogniwa.

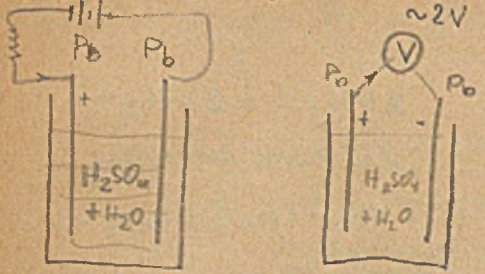
o ile ogniwa są sporządzone z tego samego materiału.

$$J = \frac{E}{R_w}$$

$$J = \frac{E}{R_w}$$

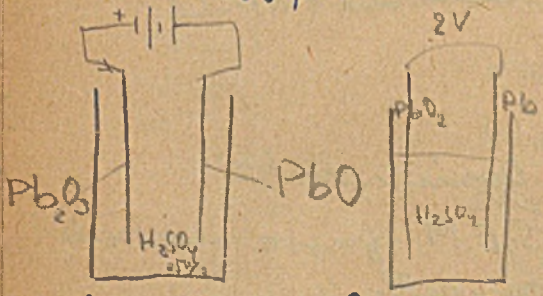
6. IV. 1948r.

Plante 1860r.



Ładownia i wyładowanie akumulatora pod prądem.

Fauve 1881



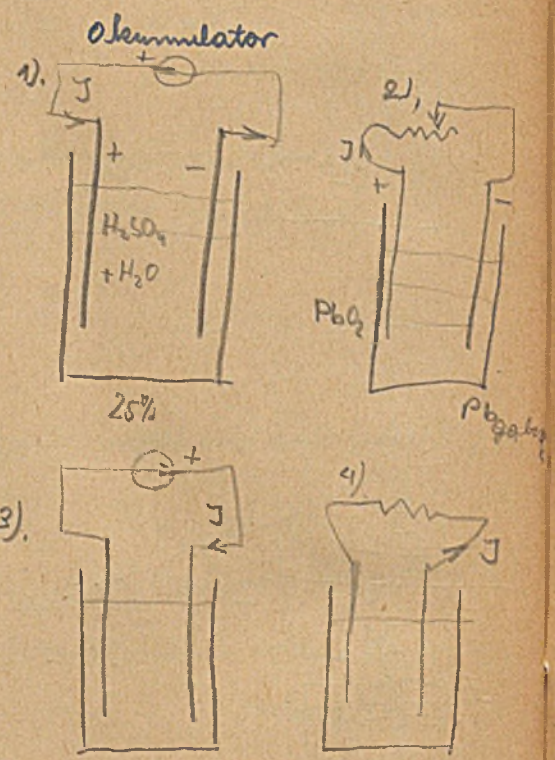
określenie czasu ładowania ~ 100 godz.

w 1889r. Tudor.

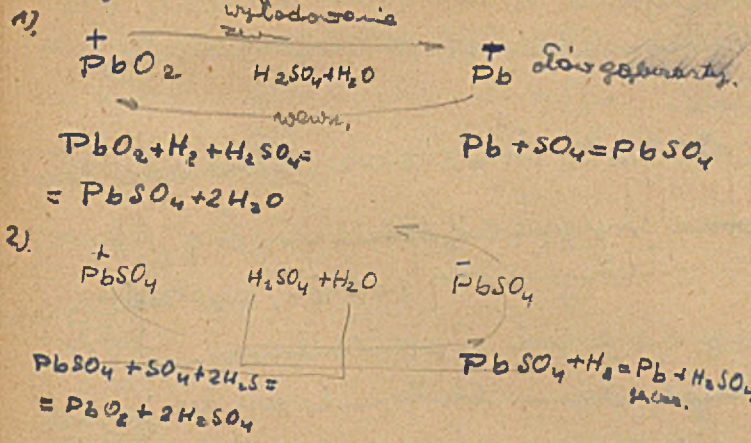
Plityka wypełniona PbO2
- " - dołatkami

Por. okrywa 4-ohmowa
niebieska.

Plityki miedziane w miejsce systemu Fauve
- " - dołatkami systemu Tudora
nagrywane HNO3 wypełniane
i ładowane ~ 100 godz.



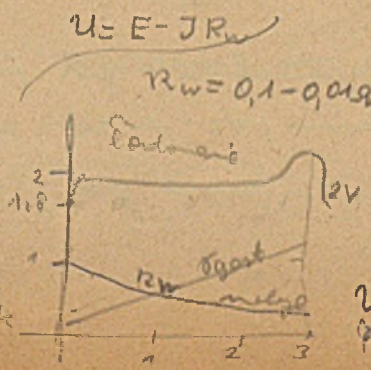
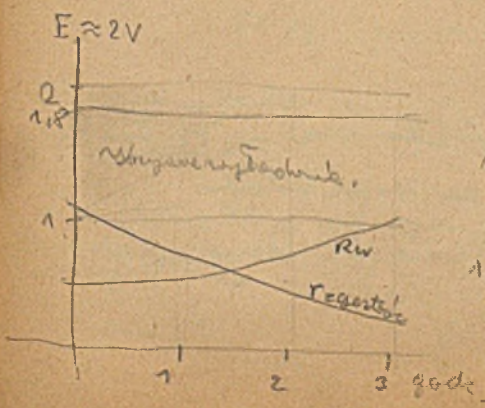
Siemra ładowanie jest formowanie. Podprądem, pod
miej PbO2 i gębszy Pb.



gdymie na
Pb gębszy
nie no. pierwi.

Przy wyładowaniu
natężenie nied.
kwas 25%. do
największego napięcia
na kwas około 30%
Przy 25% wstępnego
sulfatowania wyl.
kryształowane
siarczany które
nie regenerują

Akumulator wie
wyładował do 1,8V.
później angii na
stopy inowicy
akumulator na
sulfatowanie.
Bateria nie wie
stoi długo bez
wyładowania
do sulfatuje.
Trzeba po modelu
często wyładować
i ładować.
Dobrze na trójce
Przy ładowaniu gębszy
nie większe.



$$U = E + J * R_w$$

Pobudzenie.

Walekulator musz i łazienkad, langay
musz być hermetyczne i łazienki musz być
na reowgator. Niekłepięceństwo wybrał gaz
otwartym ogium.

Chlor powięj 0,03% Cl rozkłada cathowicie pęty.

Koniec łodowania: no pięćć iohie wogone,
akumulator gotuje, gęstość wyina.

Akumulator słowiony nie musi mieć łodowania.

Wł preładowanyh akumulatoreh mija je się
na drie kłame (PbO₂).

Płyty akumulatorewe musz wisieć, żeby nie
było spięcia ze kłamem.

Akumulator zieloro-niktowy.

Popękliwość elektrochemiczna: $Q = \int_{t_1}^{t_2} I dt$
czyli łobnie amperegodzin.

1 dm² musz obkryć prędem 9A i łodowić 8godz
czyli popęknie wyini 3.9 = 27Ah.

$$\eta = \frac{Q_{wyt.}}{Q_{łod.}} = 0,9 - 0,8$$

Włosem akumulatore jest pęformowem Pb na PbO₂
mę łodowanu roz na dobre po 4-och łodach.

Włosem płyt ujemnyh jest zlinie się słowim gębowatę
w litoy sław.

Stonje sie H₂SO₄ - 27%, 1,2 gęstość co się rōwa 24° Behe
gęstość nie musz spadać powięj 18° Behe czyli 19%.

cl. Ah potrzebne PbO₂ 15g

na Wh - - - 7,5g

na kWh - - - 7,5kg

na Ah Pb₂ 12g

Wh 6

kWh 6kg

25% H₂SO₄ Ah 10g

- - - Wh 5g

kWh 5kg

na Ah potrzebne 37g

Wh - - - 18,5g

kWh - - - 18,5kg

} materiały aktywne.

Praktycznie 50g na Ah

30g na Wh

30kg na kWh

Akumulator wignany musz być roz łodowanę.

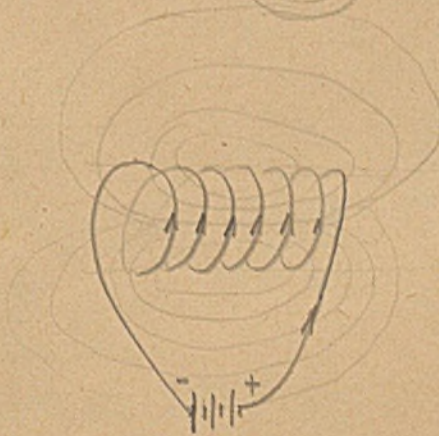
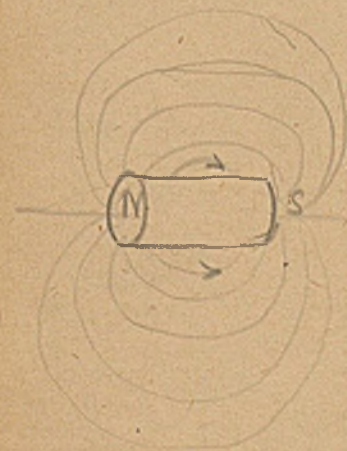
SEM zależy od łna cętrności H₂SO₄

mę 10% - 1,95V

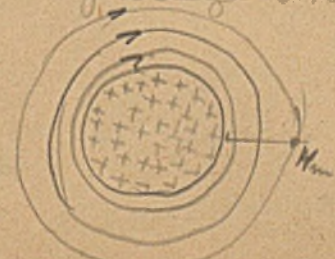
mę 40% - 2,3V

SEM zależy łondra nęła od temp.

Oersted 1820n.



Pole górnego obrotu.

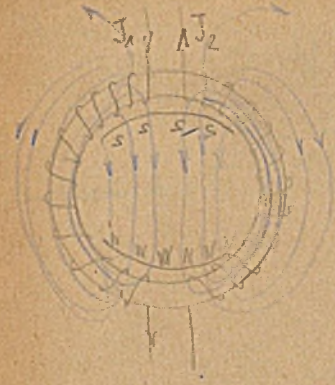


Pole magnetyczne istnieją nie tylko
zwyczajnie ale i dociekają prądem elektrycznym

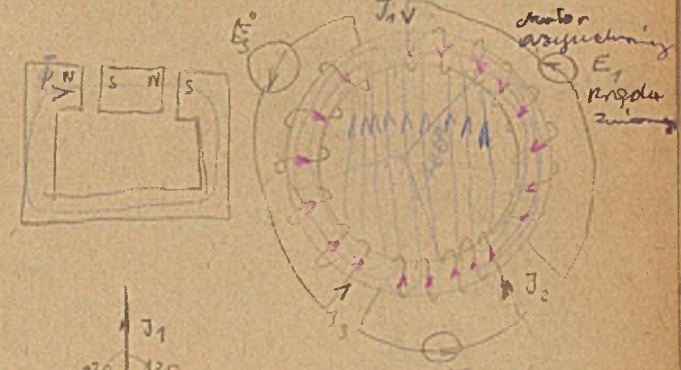
Prawo Maxwella

$$\oint H_{\text{obliczone}} = 4\pi \Sigma (J)_{EM}$$

Całki obrotowa natężenia pola magnetycznego H obliczona dla dowolnego zamkniętego toru jest równa algebraicznej sumie prądów splecionych z tym torem, pomnożonej przez czynnik 4π , przy tym, całki od \vec{N} to $J_{\text{przewodnik}} (+)$ gdy \vec{N} to $J_{\text{przewodnik}} (-)$, drogi całkowania nie są splecione = 0.



Gdyż linie wychodzą jest biegun północny, gdzie linie wchodzi jest biegun południowy.

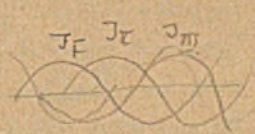


$A_1, A_2 = S$

Magnes wolframowo-stalowy hartowany.

$$F = \frac{B^2 \cdot S}{8\pi \cdot 1000}$$

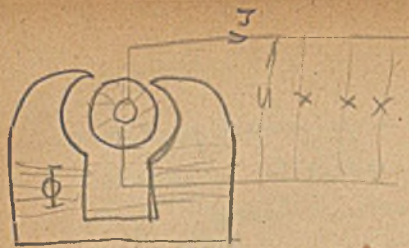
Magnes żelazny.



Yceli naprężenia
3 prądy zmiennie to powstanie wirującej strumień spieczętkowej
Yceli ilość wirów jest ta sama a prędkość 1200
ale wiruje z frekwencją $n = 3000$



Dla magnesu żelaznego (elektromagnesu) można wyprodukować większą strumień i można go regulować.



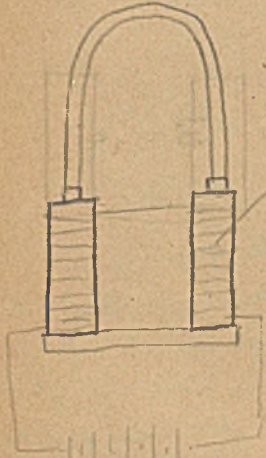
$$E = \frac{\Phi \cdot n \cdot z}{60 \cdot 10^8} V$$

$$U = E - J R$$

$$\Phi = \frac{4 \pi i z}{c s}$$

$i =$ prąd w kadransie

Elektromagnesy umożliwiają regularne strumienie.

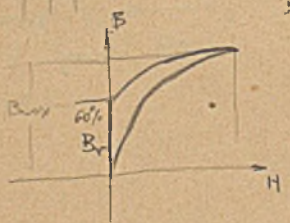


Magnesy wada i zaleta.
do magnesy wada i zaleta czasu.
elektromagnes

Elektromagnesy dwójkowe muszą być w silone prądami stałymi.

Prędkość zmięgnięcia poprzeczna 50 razy na sec.
Prędkość zmięgnięcia tła 100 razy na sec.
Możesz zarządzić rozładowanie prądu nie prądu
do porostaje remanent.

Prąd pulsujący stały nie stosowany
dla prądu indukcyjnego 75%. (Kryszp).
Prędkość produkcji przy obrotach
stały i ułamek elektromagnetyczny (Kryszp).



niezmienny woltomierz.



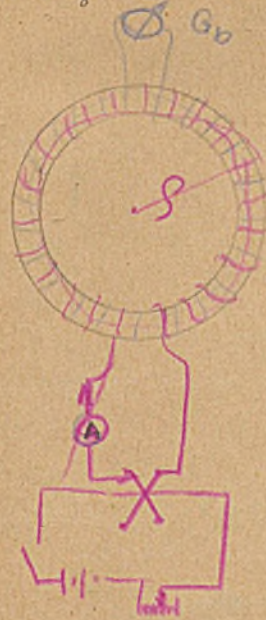
$$i d = J z$$

voltmeter
ompażenie

większe
mierzona
skala

Pomiary magnetyczne.

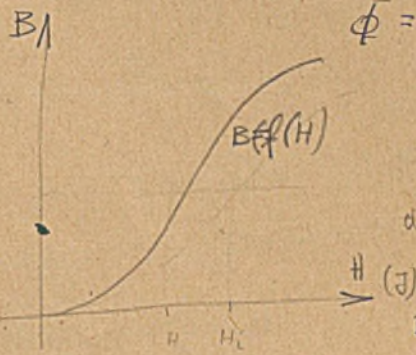
Yingwa magnetyczna.



$$H = \frac{4 \pi J z}{l} = c J$$

$$l = 2 \pi r$$

$$\Phi = \frac{4 \pi J z^2}{10 s}$$



$$\Phi = B \cdot S$$

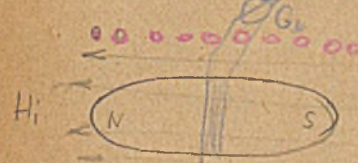
$$S = \frac{l}{c}$$

$$B = c_2 \alpha$$

dla danego materiału

B proporcjonalnie do natężenia
Indukcyjnego jest dlatego, że po
rozładowaniu nie ma
remanentu przez
dodatki przez
ciężar.

Próbki elioidalne.



$$H_i = \frac{4 \pi J z^2}{10 l}$$

$$H = H_i - H_0 = H_i - k J$$

Jeżeli nie ma możliwości
oddzielenia kolumn
na y sta bywa.

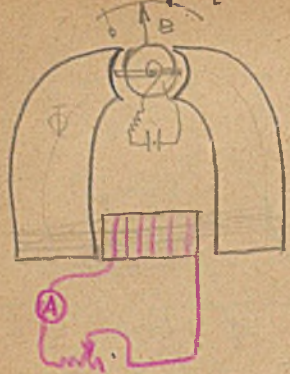
k = spłaszczenie
kolumny.
M = kolumna
molekularna
sposób (kolumny)
kod 0 - 4%



$$H_i = \frac{4 \pi J z^2}{10 l}$$



Przedział kątowy



$$H \approx \frac{4\pi J_A}{10L}$$

$$H = C \cdot J_A$$

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

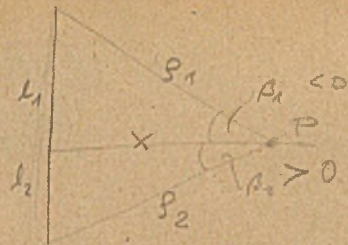
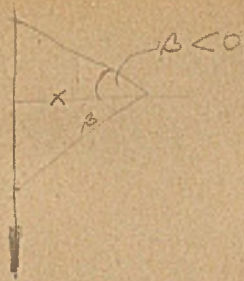
$$B = H + 4\pi J$$

$$\mu = 1 + 4\pi \chi$$

$$J = \frac{B-H}{4\pi}$$

$$B = f(H)$$

$$\chi = \frac{J}{H} = \text{magn. susceptywność}$$



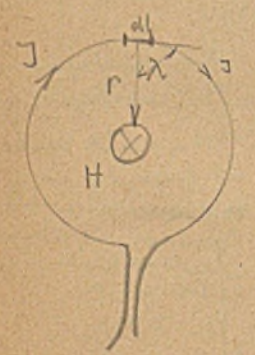
$$H = \frac{J}{x} \left(\frac{l_1}{\mu_1} + \frac{l_2}{\mu_2} \right)$$

dlaczego ostatecznie
dlaczego

$H = \frac{2J}{x}$
dlaczego
niektóre
dlaczego

Jest magn. pole

28. IV. 1948r. Pole magnetyczne
w pustej przestrzeni



H = natężenie pola

$$H = J \int \frac{\sin \lambda}{r^2} dl$$

Wzrostają
do punktu
w którym
nie ma materii

$$H = J \int \frac{1}{r^2} dl$$

$$H = \frac{J}{r^2} 2r\pi$$

$\sin \lambda = 1$
 $\lambda = 90^\circ$

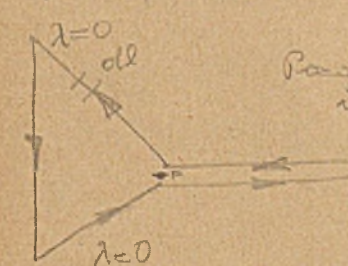
$$H = \frac{2\pi J}{r} \quad (\text{w punkcie } \lambda = 90^\circ)$$

$$H = \frac{0,2\pi J(A)}{r}$$

$$\Delta \theta = \frac{2\pi}{n}$$

$$H =$$

Trójkąt prostokątny



Pracuje dokładnie analogicznie
inne są wartości

Ogólny wzór jest to mag. pole
magnetyczne



$$\oint H dl = 4\pi J(A)$$

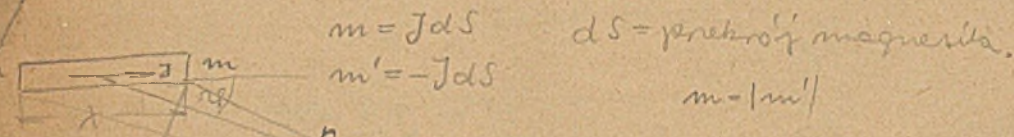
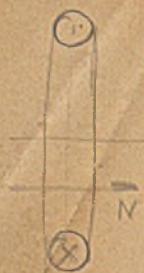
$$2x\pi H = 4\pi J$$

$$H = \frac{2J}{x}$$

Wektor zastępczy
płytki o polu N .

$N =$ moment na powierzchni
polem = pole

$$J \delta = N$$



$m = J \delta S$
 $m' = -J \delta S$
 $dS =$ powierzchnia magnetyka
 $m = |m'|$

$$V = \frac{m}{r} = -\frac{m}{r'} \quad \lambda \rightarrow 0$$

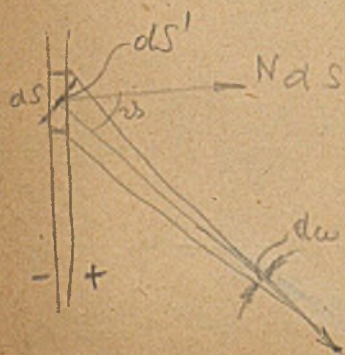
$$V = \frac{m}{r'} (r' - r) \approx \frac{m}{r^2} \lambda \cos \theta$$

$$m \cdot \delta = M \text{ moment magnetyczny} \quad J \cdot \lambda = N$$

$$V = \frac{M}{r^2} \cos \theta$$

$$M = J \delta S \lambda = N \delta S$$

$$V = N \frac{\delta S \cos \theta}{r^2}$$



$$V = N \frac{\delta S'}{r^2} = N \delta \omega$$

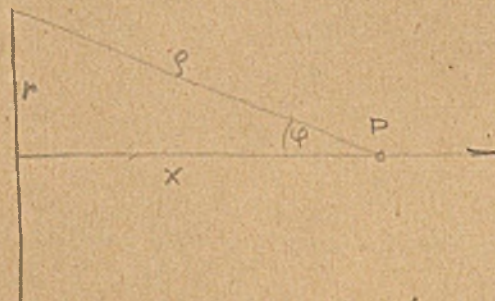
$$V = N \omega \text{ dla całej płytki}$$

gdzie pole powierzchni jest stałe: $V = \int N \delta \omega$

gdzie pole powierzchni jest zmienne: $V = \int N \delta \omega = N \omega$



Półka kołowa o promieniu r.



$$V = N \omega = 2\pi N \left(1 - \frac{x}{\rho}\right)$$

$$S = \sqrt{x^2 + r^2} \quad \cos \theta = \frac{x}{\rho}$$

$$H = 2\pi N \frac{\rho - x \frac{d}{dx}(x^2 + r^2)^{-1/2}}{\rho^2}$$

$$H = 2\pi N \frac{\rho - x \frac{x}{\rho}}{\rho^2}$$

$$H = 2\pi N \frac{\rho^2 - x^2}{\rho^3} = 2\pi N \frac{r^2}{\rho^3}$$

$$H = -\frac{dV}{dx}$$

$$H = 2\pi N \frac{r^2}{\rho^3}$$



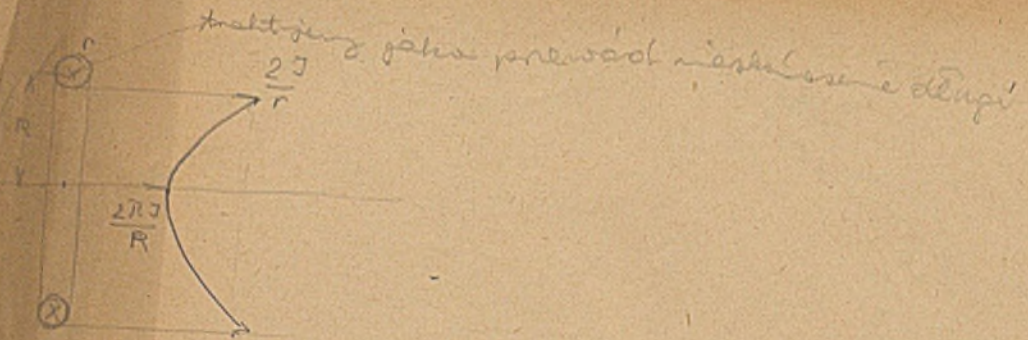
$$\omega = 2\pi \cdot 1 \cdot (1 - \cos \theta)$$

$$H = 2\pi J \frac{r^2}{\rho^3}$$

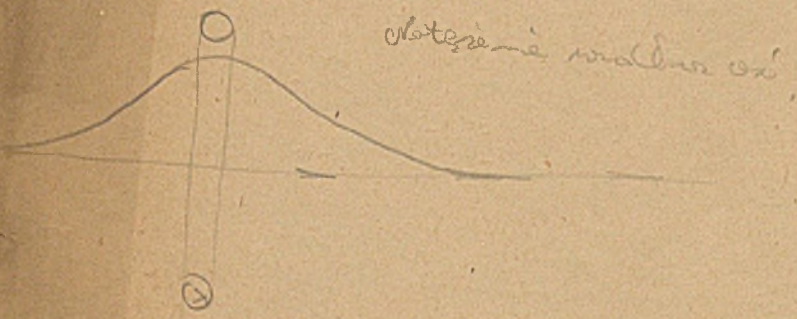
$J = 0.4 \text{ A}$

$$N = J(mA) = 0.4 \text{ J/A}$$

oś obrotu krążącego

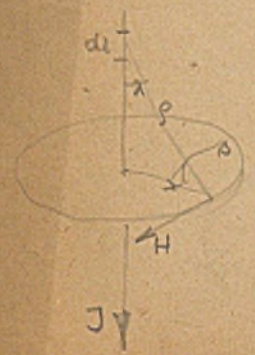


Wektor H jest równy sumie wektorów dH



dotychczasowe rozwiązanie

dotychczasowe rozwiązanie małe magnetyczne ego od liniiowej strugi prądu stałego.



$$dH = J \frac{dl \sin \alpha}{r^2}$$

$$\sin \alpha = \cos \beta = \frac{x}{\rho}$$

$$\rho = \frac{x}{\cos \beta} \quad l = x \tan \beta$$

$$dl = x \frac{d\beta}{\cos^2 \beta}$$

$$dH = J \frac{x d\beta}{\cos^2 \beta} \cdot \frac{\cos^2 \beta}{x^2}$$

$$dH = \frac{J}{x} \cos \beta d\beta$$

$$H = \frac{J}{x} (\sin \beta_2 - \sin \beta_1)$$



$$\cos \beta_1 = \frac{b - \frac{l}{2}}{\sqrt{r^2 + (b - \frac{l}{2})^2}}$$

$$\cos \beta_2 = \frac{b + \frac{l}{2}}{\sqrt{r^2 + (b + \frac{l}{2})^2}}$$

$$H = \frac{4\pi Jz}{l} \left(\frac{l}{\sqrt{l^2 + d^2}} \right)$$

gdz $l \gg d$

$$\text{to } H = \frac{4\pi Jz}{l}$$

$$H = 0.4\pi \text{ A/cm}$$

$$H 2\pi r = 4\pi Jz$$

J to magnetoamperach.

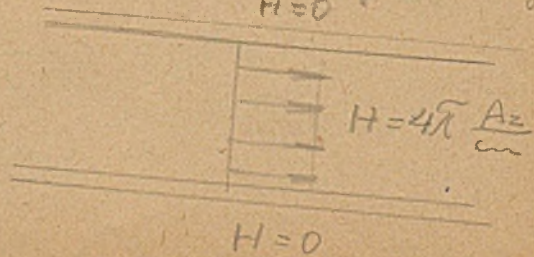
$$H = \frac{4\pi Jz}{2\pi r} = \frac{4\pi Jz}{l}$$

$l = \text{obwód} = \text{długość kłosa}$

na zamkniętej $H = 0$

gdz $\rho = \infty$ słaby

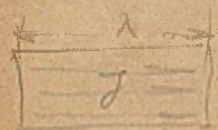
solenoid prosty o ∞ długości
 $H = 0$



Solenoid o skończonych długościach



Elektromagnetyczny ustrój nazywany namagnesowaniem



$$M = Jds\lambda$$



$$H = 4\pi \frac{Jz}{\lambda}$$

$$dm = H ds \mu_0 \cdot \frac{1}{4\pi}$$

$$\mu_0 = \frac{1}{c^2}$$

$$dm = \frac{H ds \mu_0}{4\pi}$$

Ustrój nazywany namagnesowaniem
miedzy innymi magnetyczny
miedzy innymi magnetyczny
(dalej jak to przedstawiamy)
miedzy innymi magnetyczny
(elektrostatyka, prądowe),
Ruchem swobodnym
należy do elektromagnetyzmu
(elektromagnetyzmu) i prądów
Maxwell'a.

$$dM = \lambda dm = Jz \mu_0 ds =$$

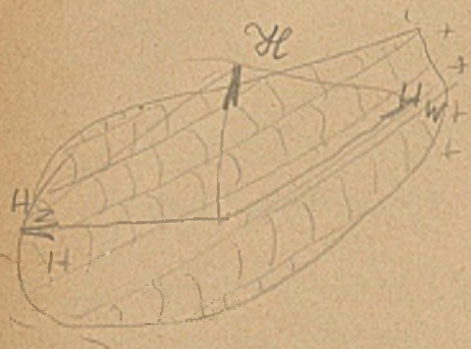
$$= \frac{Jz}{\lambda} \mu_0 \lambda ds = \frac{Jz}{\lambda} \mu_0 ds$$

$$dM = \frac{Jz}{\lambda} \mu_0 ds$$

$$J = \frac{\mu_0 i z}{\lambda_0}$$

$$\mu_0 = 1$$

$$J = \frac{i z}{\lambda} = 0.4 a z / \mu$$



czy J jest jednorodne
lub ma jakiegoś składowy

$$H_w = H_{w, \text{strona}}$$

$$H_{zwz} = 0.4 \pi \frac{a z}{a w}$$

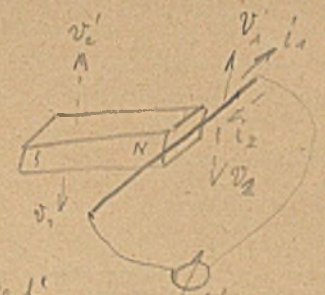
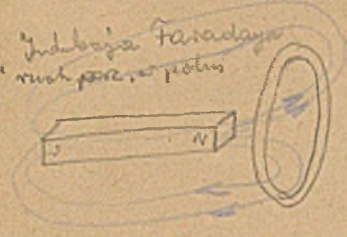
$B = \text{rozp. wzdłuż}$ $\vec{H} = \vec{H}_w + \vec{H}_z = \vec{B}$ wzdłuż.

pola magnetycznego $\vec{H} = H_w + 4\pi J = B$

w materii magnetycznej. $B = H_w + 4\pi J$

3) sposoby wytworzenia S.E.M.

- 1) Quinn's Voltage.
- 2) Thermoelement.
- 3) Indukcja Faradaya



Indukcja
przewodnika
w polu
el. magn.

Zaburzenie od kierunku
magnetycznego pola
S.E.M. różnego rodzaju
materiały indukcyjne.

Wzrost przewodnika przesłania
linie strumieniowego prądu.

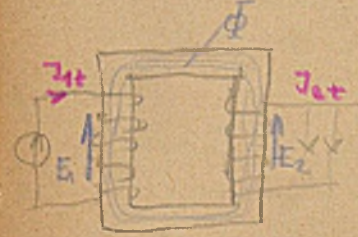


Gdy strumień i prąd
rośnie $\Rightarrow +d\Phi$

Gdy strumień i prąd
maleje $\Rightarrow -d\Phi$

Zasada Lenzowa
magnetycznego pola

Indukcja Faradaya prowadzi do powstania prądu stałego
Transformator.



$E_1 = S E M$ pierwotnego uzwojenia
 $E_2 = S E M$ wtórnego

$$\vec{E}^{EM} = \frac{d\vec{\Phi}^{EM}}{dt} Z$$

$$\vec{E}^V = \frac{d\vec{\Phi}}{dt} Z \cdot 10^{-8} V$$

Wzór Maxwell'a na indukcję

Wzrost pompy
jedynie drut w polu
magn. otoczony
tylko biegnące
na obrotach
drutu.

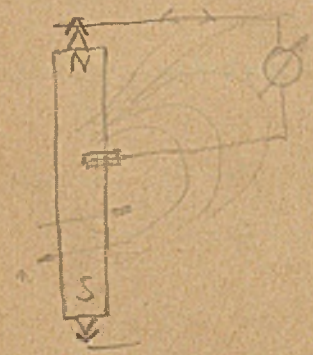
Wzrost nie ma przesłania
linie w jakiegoś porządku
to ma ma indukcję.

Doświadczenie Heringa

1. Szeregowa imażyna



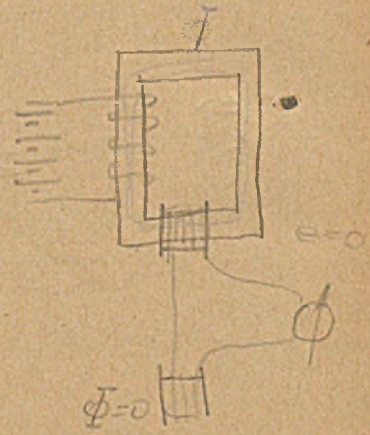
3).



Wzrost B nie wpływa
na wartość



2).



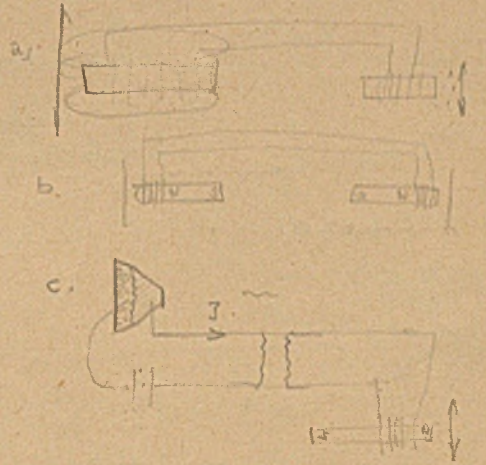
2 rodzaje indukcji: Faradaya i Maxwella

Dla mozym indukcja Faradaya
- transformatorów indukcja Maxwell'a.

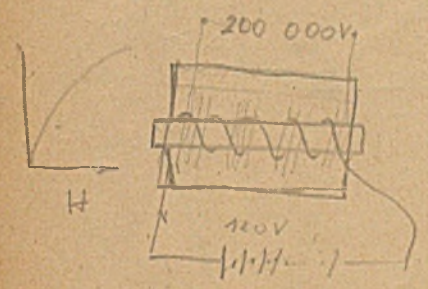
Wzrostowanie:

1. Generator prądu stałego i zmiennego
2. Transformatory.

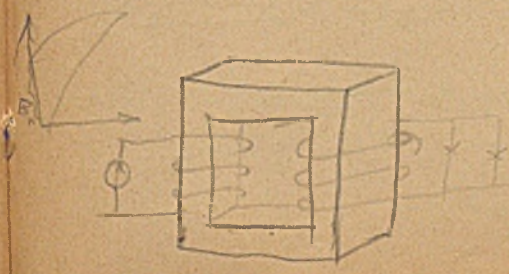
Telefon Bella



Generator Pulchrowy



Wzrost jest podziałem
wzrost musi być prąd (kierunek)

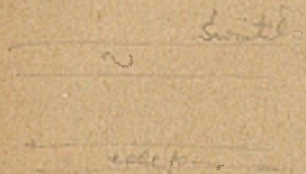
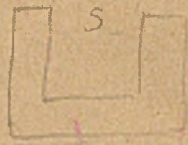


Wzrost może zasilić
prąd stały - stąd
do indukcji musi być
otwarty.
Dla prądu zmiennego
musi być zamknięty.

Dy dojść do $\phi = 0$ trzeba zasilić prąd stałym.

Dla zanikającego $\vec{\phi} = \frac{4\pi J_z}{S}$

Ale działaniem elektromagnetycznym polega na hamulcu.



Przewody rozłożone naprzeciwko siebie nie można kłaść obok siebie telefonicznie.

Praca Maxwella dla indukcji

$$dA = i d\vec{\phi}$$

$\vec{\phi}$ wynika od $\vec{\phi}$



$$dA = i d\vec{\phi}$$

$$dA = e i dt$$

$$e i dt = i d\vec{\phi}$$

$$e = \frac{d\phi}{dt}$$

SEM zależy od zmiany strumienia.



zatem indukcja to nie ma znaczenia i nie ma znaczenia tego typu wzbudzenia (SEM indukcyjne)

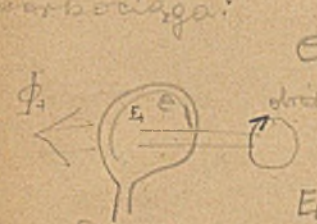
$$e = -\frac{d\phi}{dt} \quad \vec{\phi}_1 = \phi \sin(\omega t)$$

$$e = -\frac{d\phi_1}{dt} = \omega \phi \cos(\omega t)$$



Do działania indukcyjnego stosuje się prądy zmiennego (do sygnału i fazy).

dla badania indukcyjności drążka stosuje się zasadę Kirchhoffa:

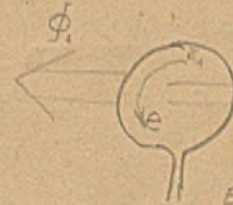
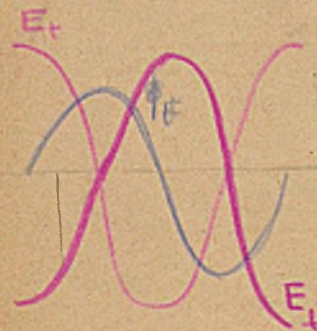


$$e = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$E_t = -\phi \omega \cos(\omega t)$$

Wzajemność struktury ogniwo Kirchhoffa (Maxwell).

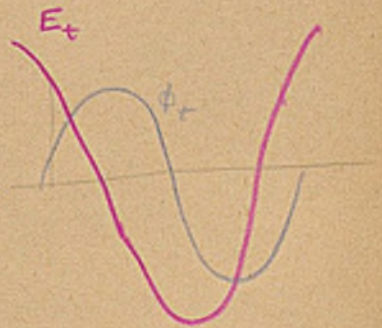
Struktura rośnie wraz z dodatkiem.



$$e = \frac{d\phi}{dt}$$

$$E_t = +\phi \omega \cos(\omega t)$$

reguła lewego kierunku.



17.V.1948r.

definiowanie magnetoindukcji.

$$z \quad E_{+}^{EM} = - \frac{d\Phi^{EM}}{dt} z$$

$$mV = 10^{-8} V \quad eV = 0.1 mV$$

$$d\Phi = B dl \sin \alpha \omega \beta dx$$

$$de = \frac{d\Phi}{dt} = B dl \sin \alpha \omega \beta \frac{dx}{dt} = B dl v \sin \alpha \cos \beta$$

jeżeli ruch \perp do linii (pole jednostajne)

wzór Faradaya $e^{EM} = Blv$ $e^v = Blv \cdot 10^{-8}$

W polu magnetycznym ruch jednostajny, \perp do linii

Rozłożony solenoid



$$E_{+} = - \frac{dl}{dt} \sum \Phi_{+} z$$

$$\sum \Phi_{+} = \text{licznikowe}$$

$$\sum \Phi_{+} = \Phi_{+}$$

Φ_{+} (magnetyczny strumień)

Nabój indukowany w cewce.



$$e = \frac{d\Phi}{dt} z \cdot 10^{-8} V$$

$$\frac{e}{R} d\tau = \frac{1}{R} d\Phi z \cdot 10^{-8} V$$

$$dQ = \frac{1}{R} d\Phi z \cdot 10^{-8} V$$

$$Q = \frac{1}{R} \Phi z \cdot 10^{-8} \text{ coulomb}$$

Mierzenie galwanometrem balistycznym.

$$Q = c \alpha_1$$

Stąd

$$c \alpha = \frac{1}{R} \Phi z \cdot 10^{-8}$$

$$\Phi = c \alpha_1$$

można wyznaczyć strumień Φ , który zaniknął.



Samoindukcja.

$$\Phi = \frac{4\pi J z}{S_a}$$

$$\text{opór obrotowy } S_a = \int \frac{dl}{\mu_0}$$

Zmieniając prąd J zmienia się strumień, powstaje SEM samoindukcyjny e_s .

$$e_s = - \frac{d\Phi}{dt} z = - \frac{4\pi z^2}{S_a} \frac{dJ}{dt}$$

Współczynnik samoindukcji L dla regularnego prądu obrotowego

$$e = -L \frac{dJ}{dt}$$

$$L_{EM} = \frac{4\pi z^2}{S_a}$$

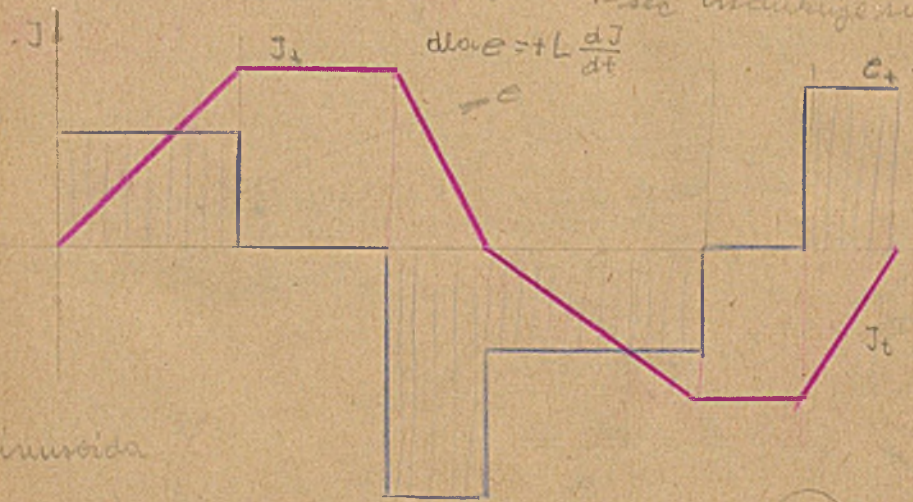
10. układzie praktycznym

$$e^v = -L_H \frac{dJ_H}{dt} \quad \text{gdzie} \quad L = \frac{4\pi z^2}{S_0 \cdot 10^9} \quad \text{w Henry}$$

w układzie magnetoelektrycznym

$$H = 10^9 \text{ mH} \quad |MH| = \text{cm} \quad MH \rightarrow \text{cm}$$

Magnetyzm (I.J.E.M. samoindukcji) ma cewki z zwojami skręconymi, w których jednostajna zmiana natężenia prądu 1 mA/sec indukuje 1 mV



n.p. sinusoidal



J_1 (circled)
 $E = +L \frac{dJ_t}{dt}$
 reguła lewego kierunku

$$J_2 = J_m \sin(\omega t)$$

$$E_t = -L \omega J_m \cos \omega t$$

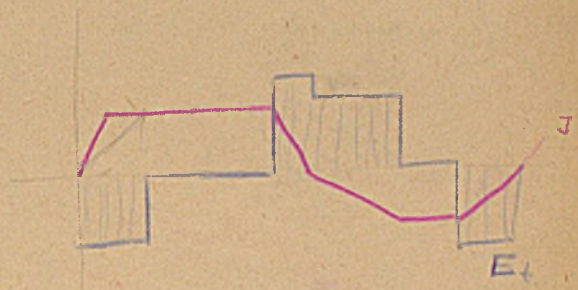
dużych cewek ni wolno wykonać wyliczeń z pod prądu (samoodukcja, wysoka $\sigma \cdot M$ i przebieg cewki)

We fizyce. Reguła prawego kierunku

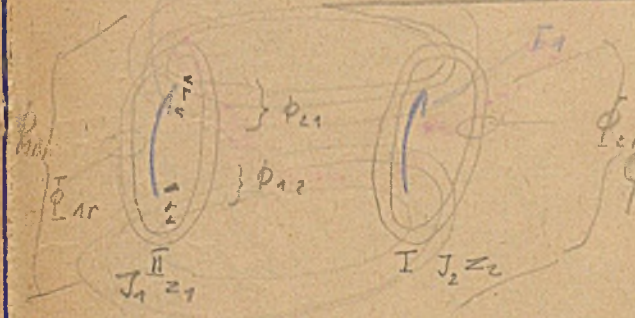
$$E_t = -L \frac{dJ}{dt}$$

$$\odot - E_t = -L \frac{dJ}{dt}$$

$$\ominus E_t = -L \frac{dJ}{dt}$$



Indukcja wzajemna.



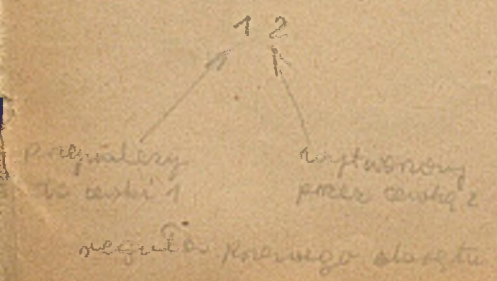
Strumień rozpraszania

$$\phi_1 = \phi_{11} + \phi_{12}$$

$$\phi_2 = \phi_{22} + \phi_{21}$$

$$\phi_{11} = \phi_{21} + \phi_{1r}$$

$$\phi_{22} = \phi_{12} + \phi_{2r}$$



$$E_1 = -\frac{d\phi_{11}}{dt} z_1$$

$$E_{2t} = -\frac{d\phi_{2t}}{dt} z_2$$

$$E_{1t} = -\left[\frac{d\phi_{11}}{dt} z_1 + \frac{d\phi_{12}}{dt} z_2 \right]$$

$$E_2 = -\left[\frac{d\phi_{22}}{dt} z_2 + \frac{d\phi_{21}}{dt} z_1 \right]$$

$$\phi_{11} = \frac{4\pi J_1 z_1}{S_{11}}$$

$$\phi_{12} = \frac{4\pi J_2 z_2}{S_{11}}$$

$$\phi_{22} = \frac{4\pi J_2 z_2}{S_{22}}$$

$$\phi_{21} = \frac{4\pi J_1 z_1}{S_{21}}$$

$$E_{1t} = -\left[\frac{4\pi z_1^2}{S_{11}} \frac{dJ_1}{dt} + \frac{4\pi z_1 z_2}{S_{12}} \frac{dJ_2}{dt} \right]$$

$$E_{2t} = -\left[\frac{4\pi z_2^2}{S_{22}} \frac{dJ_2}{dt} + \frac{4\pi z_1 z_2}{S_{21}} \frac{dJ_1}{dt} \right]$$

$$E_{1t} = -\left[L_1 \frac{dJ_1}{dt} + M_{12} \frac{dJ_2}{dt} \right]$$

$$E_{2t} = -\left[L_2 \frac{dJ_2}{dt} + M_{21} \frac{dJ_1}{dt} \right]$$

parce que
same

parce que
différent

$$L_1 = \frac{4\pi z_1^2}{S_{11}}$$

$$L_2 = \frac{4\pi z_2^2}{S_{22}}$$

$$M_{12} = \frac{4\pi z_1 z_2}{S_{12}}$$

$$M_{21} = \frac{4\pi z_1 z_2}{S_{21}}$$

M correspondance inductance reciprocity
in peritron i gdzie $\mu = \text{const}$

$$M_{12} = M_{21}$$

$$\text{bo } S_{12} = S_{21}$$

Względnie z $\phi = \frac{4\pi J z}{S}$; $L = \frac{4\pi z^2}{S}$
otrzymujemy $L_1 = \frac{\phi_{11} z_1}{J_1}$

$$L_2 = \frac{\phi_{22} z_2}{J_2}$$

$$\phi_{21} = L J$$

$$\phi_{11} z_1 = L_1 J_1 + M_{12} J_2$$

$$\phi_{22} z_2 = L_2 J_2 + M_{21} J_1$$

20 5 17

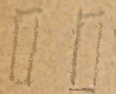
$$\phi_{11} z_1 = L_1 J_1 \cdot 10^8$$

$$\phi_{22} z_2 = L_2 J_2 \cdot 10^8$$

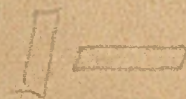
$$\phi_{12} z_1 = M_{12} J_2 \cdot 10^8$$

$$\phi_{21} z_2 = M_{21} J_1 \cdot 10^8$$

wzajemnie powiązane



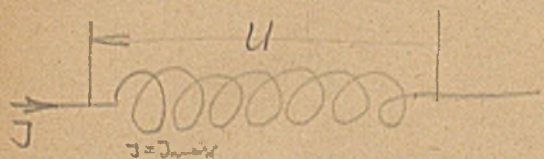
M_{12}



M_{21}

19.V.1948r.

Cisnienie dynamiczne w petli.



$$U = L \frac{dJ}{dt}$$

$$E = \frac{d\phi}{dt} = L \frac{dJ}{dt}$$

$$\int_{J=0}^U u dQ = \int U J dt$$

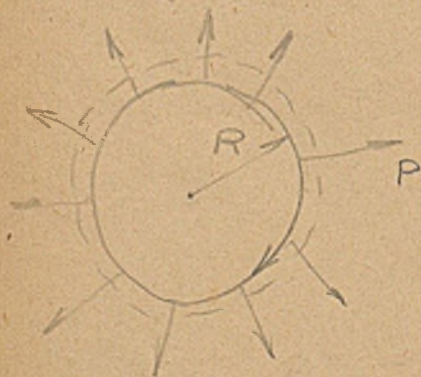
$$= \int \frac{dJ}{dt} L \cdot J dt =$$

$$= L \int J dJ = \frac{1}{2} L J^2$$

$$\phi \sim J$$

$$\phi = L J$$

$$W = \frac{1}{2} L J^2$$



\$P\$ = siła na jednostkę
długości obwodu

\$P\$ = ciśnienie elektrodynamiczne

$$\int P dl = 2R\pi P$$

\$dl\$ = promień

$$2R\pi P dR = \frac{1}{2} J^2 dL$$

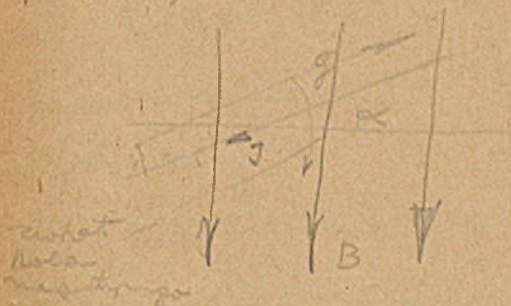
\$r\$ = promień obrotu

$$L = 4\pi R \left[\ln \frac{8R}{r} - 1.75 \right]$$

$$P = \frac{J^2}{4R\pi} \frac{dL}{dR} = \frac{J^2}{R} \left[\ln \frac{8R}{r} - 1.75 + R \cdot \frac{1}{R} \right]$$

$$P = \frac{J^2}{R} \left[\ln \frac{8R}{r} - 0.75 \right] \approx \frac{J^2}{R}$$

Polimagnetyczne ośrodkowi \$B\$,
w nim cewka prądowa nieskończona
pod kątem \$\alpha\$.



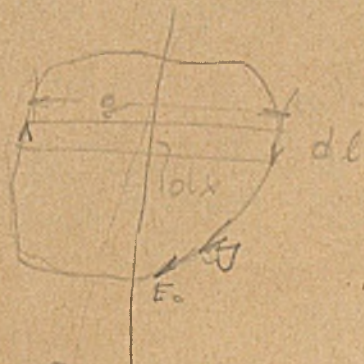
Wzrost napięcia \$E_M\$

\$E_0\$ wzdłuż obrotu.

$$M d\alpha = \int J E_0 dt =$$

$$= J \int E_0 dt$$

$$= J \int d\phi$$



$$\phi = dx r \cos \alpha B$$

$$d\phi = B r dx (-\sin \alpha dx)$$

$$= -B r dx \sin \alpha dx$$

$$M = J B S \sin \alpha$$

$$= J \phi_0 \sin \alpha$$

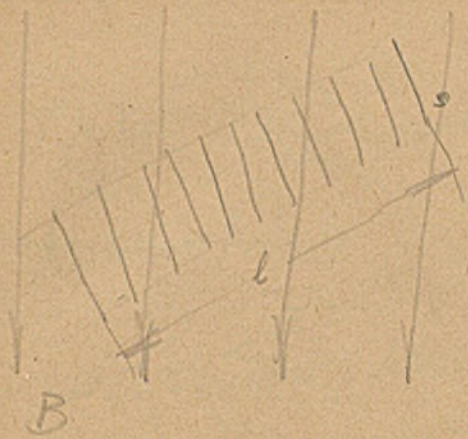
$$= J \phi \tan \alpha \quad \phi = \phi_0 \cos \alpha$$

$$M d\alpha = J B \sin \alpha dx \int ds$$

$$= J B S \sin \alpha d\alpha$$

by pozycjon.

Solenoid prądniowy w polu jednostajnym.



$S = \text{przekrój solenoidu}$

Solenoid jest kawałkiem magnetycznym, czyli równodany, że dł. l jest dłużej niż średnica

$$\phi = \underbrace{\mu H}_{\text{zł. Boob.}} S = \mu \cdot 4\pi \frac{J \cdot l}{l} \cdot S$$

$$\phi = 4\pi m$$

$$m = \frac{\phi}{4\pi} = \underbrace{\mu_0 \frac{J \cdot l}{l}}_B \cdot S$$

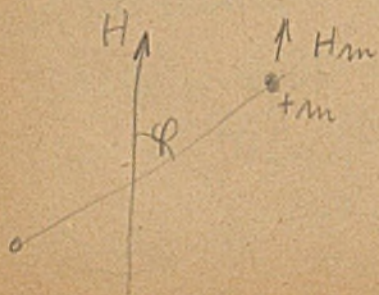
$$M_n = B J S \sin \varphi$$

$$M = B \cdot z \cdot J S \sin \varphi$$

$$M = \frac{m l B}{\mu_0} \sin \varphi$$

$$M = m l H \sin \varphi$$

$H = \text{intensywność pola}$

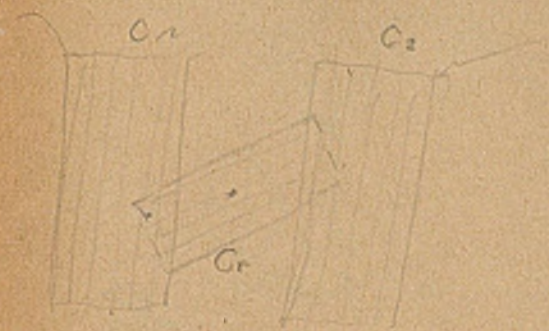


$$M = H m l \sin \varphi$$

$$M \sim H m$$

Moment cewki ruchomej watomierza

elektrodynamicznego



Przyjmujemy, że wektory cewki stały, pole jest jednostajne i, że długość cewki mała jest o. mała, że moment ma wartość $\mu_0 J S \sin \varphi$ (prawo)

$$M = B \cdot z \cdot J \cdot S \sin \varphi$$

Prace cewki stała, proporcjonalna, $\mu_0 J$

$$M = B \cdot z \cdot J \cdot S \sin \varphi$$

$$\sim \frac{1}{J} \sim \mu$$

$$J \mu \sim \frac{\phi}{S \sin \varphi}$$

$$M = c J \mu \sin \varphi$$

$$M = c' \phi$$

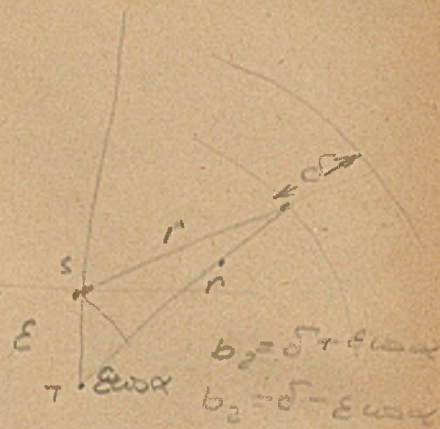
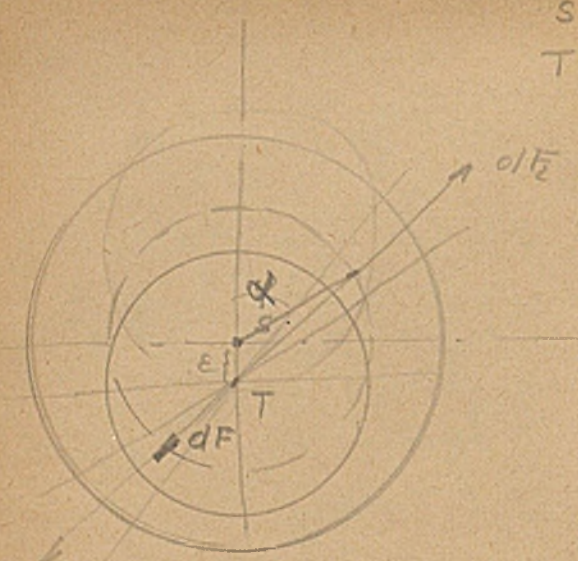


Ważny aspekt: moment jest proporcjonalny do kąta wychylenia

Silki działające na wirnik maszyny osadzonej excentrycznie



S = inside contour
T = outside contour



$$B_1 = B_0$$

relativistic contraction

$$B_1 = B_0 \frac{\delta}{\delta - \epsilon \cos \alpha}$$

$$\approx \frac{B_0}{1 - \frac{\epsilon}{\delta} \cos \alpha}$$

$$J_z = \text{average}$$

$$J_z = B_0 \delta$$

$$\approx B_1 (\delta - \epsilon \cos \alpha)$$

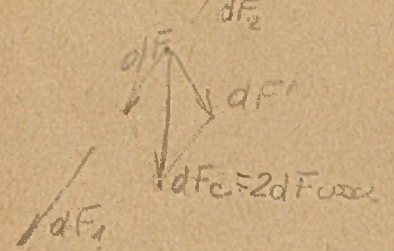
$$dF = \frac{B^2}{8\pi} dS \text{ w.d. prod}$$

$$dF = \frac{B^2}{8\pi \cdot 0.981 \cdot 10^{-6}} dS \text{ h.p. prod}$$

$$dF = \left(\frac{B}{4960}\right)^2 dS \text{ h.p. prod} \approx \left(\frac{B}{5000}\right)^2 dS \text{ h.p. prod}$$

$$dF = dF_1 - dF_2 = dS \left(\frac{B_0}{5000}\right)^2 \left[\frac{1}{\left(1 - \frac{\epsilon}{\delta} \cos \alpha\right)^2} - \frac{1}{\left(1 + \frac{\epsilon}{\delta} \cos \alpha\right)^2} \right]$$

$$d\bar{F} = dS \left(\frac{B_0}{5000}\right)^2 \frac{4 \frac{\epsilon}{\delta} \cos \alpha}{\left[1 - \left(\frac{\epsilon}{\delta} \cos \alpha\right)^2\right]^2}$$



dFc = dF cos alpha

$$dF_c = dS \left(\frac{B_0}{5000}\right)^2 \frac{4 \frac{\epsilon}{\delta} \cos^2 \alpha}{\left[1 - \left(\frac{\epsilon}{\delta} \cos \alpha\right)^2\right]^2}$$

$$F_c = \left(\frac{B_0}{5000}\right)^2 \frac{8 \epsilon}{\delta} \int_0^{\frac{\pi}{2}} r l \cos^2 \alpha d\alpha$$

$$F_c = \frac{8 \epsilon}{\delta} r l \left(\frac{B_0}{5000}\right)^2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1 + \cos 2\alpha}{2} d\alpha$$

$$F_c = 2 r l \pi \left(\frac{B_0}{5000}\right)^2 \frac{\epsilon}{\delta}$$

$\epsilon = 0.005$
 $\delta = 0.5$
 $B_0 = 10000 \text{ G}$

Manya Eric Magnusa,
 Power Anodizing $S_n = 400 \text{ cm}^2$

$$F_c = 8.400 \left(\frac{10000}{5000}\right)^2 \frac{0.005}{0.5}$$

$$F_c = 3200 \cdot 2^2 \cdot 0.01$$

$$F_c = 1300 \text{ h.p.}$$

Gdy prąda nie jest laminowane to powstają prądy wirowe wygaszające strumień.
Prądy wirowe wytwarzają ciepło i wywołują strumień. Transformator nie może pracować przy takim obciążeniu.

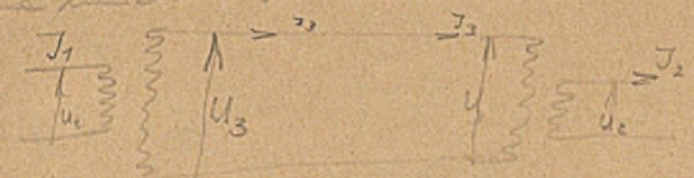
Środkiem pola elektromagnetycznego może być albo napięcie (potencjał) albo zmiana strumienia magnetycznego (bez potencjału) (Pole wirowe, Wirfeld).

Pole może być albo elektrostatyczne albo elektromagnetyczne.
Zmiana strumienia elektromagnetycznego wywołuje pole magnetyczne i naodwrot.

Prądy zmienne. 25.V.1948

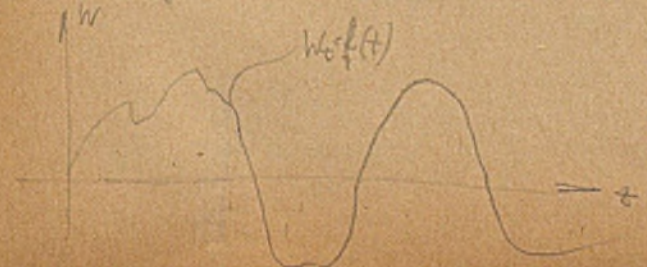
- Prądy zmienne.
1. Wzrost napięcia obciążenia sieci w obwodach.
 2. Działanie elementów elektrycznych (prąd, napięcie).
 3. Okładają się do drzewa elektrycznego (elektryczność).
 4. Działanie strumienia w układach przesyłowych (przewodniki).
 5. Układania na 1-god. stoj. są k. w. prosty.
 6. Teoria prądów stojących jest b. trudna.

Pr. roku 1900 prawie ten podany zmieniony.
1) Prądy zmienna miliońska roztworze i transformator



2. Generatory prądu zmiennego muszą być dobrze sterowane, np. napięcie napięcia.
3. Dł. prądu zmiennego (3-tomowy) musi strumień motor najprostszym ja. nie istnieć.
4. Układanie (m. k. t. w.) radiowe wymagają prądów zmiennych.
5. B. trudna teoria i in. nie ma napięcia i prądu.
6. Wzrost napięcia przy d. e. r. g. przy zmianie czasu jednoczesnym.

Trudno ma w. k. d. d. d. d. tylko 1-g. wartość.



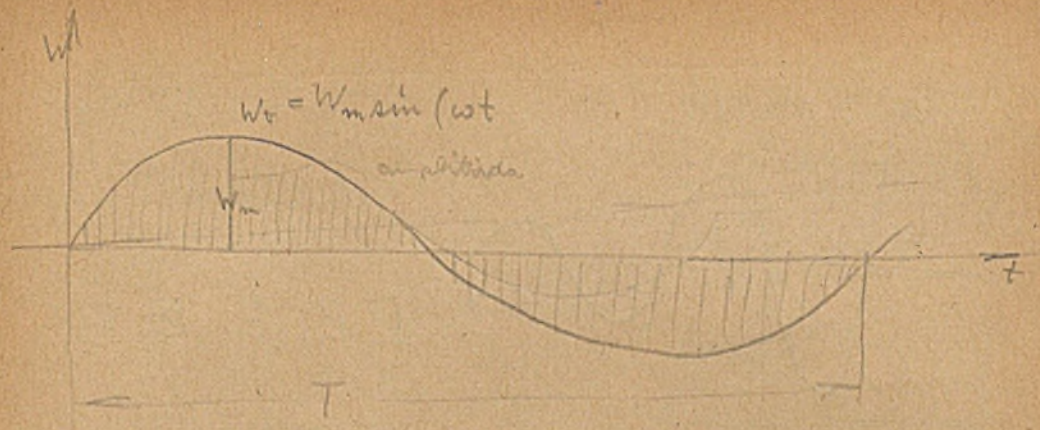


Wykres bez parametrów
maksymalnego przekroju
bezbieżnym.



Funkcja periodyczna

$T =$ okres, czyli T
w sec.



$\omega =$ pulsacja
 $f =$ frekwencja

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{1}{T}$$

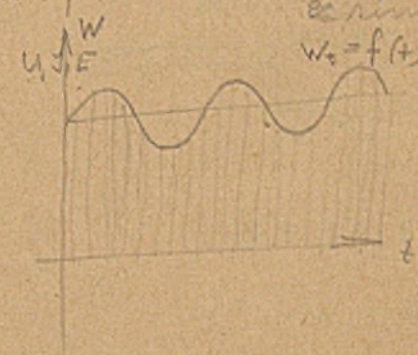
$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$f = 50 \frac{\text{cycles}}{\text{sec}}$$

$$W_t = W_m \sin(\omega t)$$

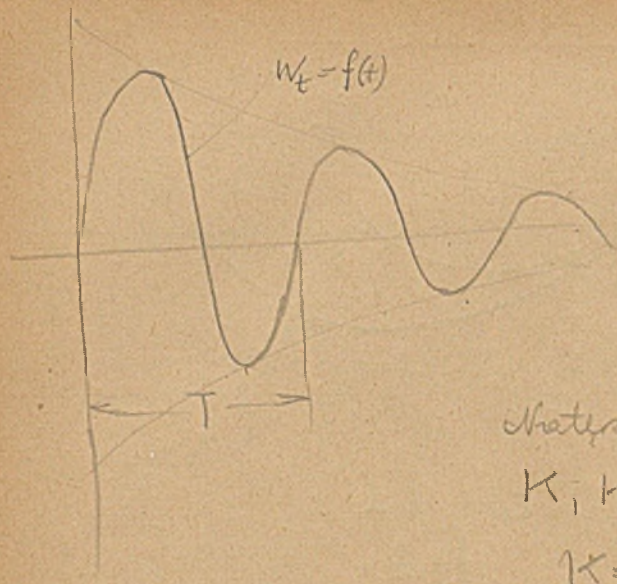


\tilde{W}_t \tilde{W}_t
gdz jest
ważne to
można do
wyrażenia
eksponoidalnego
 $W_t = f(t)$



$J_1, J_{+1}, \tilde{J}_+, i, J_m$

$i =$ wielkość
charakterystyczna



$U, U_t, \tilde{U}_t, u, U_m$

$U_{max} = \text{pochy sinusoida}$

$E, E_t, \tilde{E}_t, e, E_{mo}$

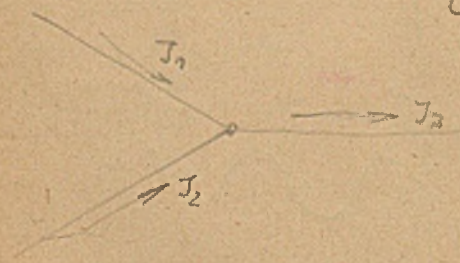
Skatprijemé pólá:

$K, K_t, \tilde{K}_t, K_\alpha, K_m$

$K_\alpha = \text{móstošé dúpúbrá}$

$H, H_t, \tilde{H}_t, H_\alpha$

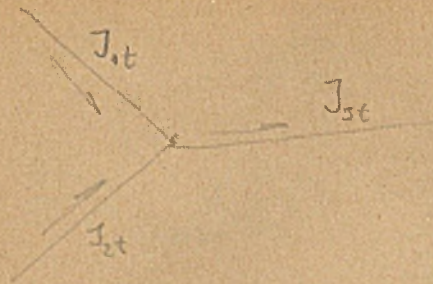
$\Phi, \Phi_t, \tilde{\Phi}_t, \Phi_\alpha, \Phi_m$



$J_1 + J_2 = J_3$

$J_1 + J_2 - J_3 = 0$

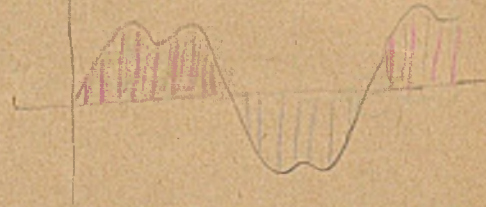
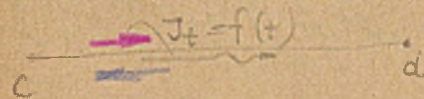
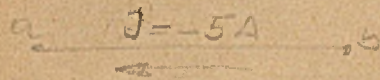
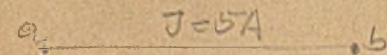
Príklad: ob. prúdov štáby



$J_{1t} + J_{2t} = J_{3t}$

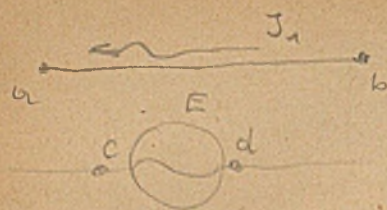
$J_{1t} + J_{2t} - J_{3t} = 0$

Čiastočková nie
skatprijemé pólá
analýzy, ktoré sú
hľadávané.

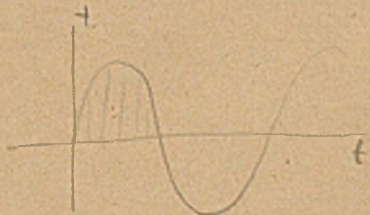
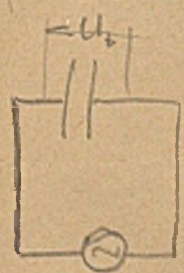
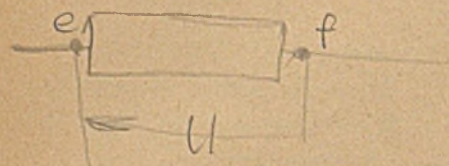


Stránka, ktorá má
jeť to stránka, ktorá
do ego dňa a má
dla, unyštich, vntočí
dodatni, príjmi, vntočí,
vntočí, dla, vntočí, hntočí,
vntočí, dla, vntočí, hntočí,
vntočí.

— dla dodatni hntočí
— vntočí, vntočí
— stránka, ktorá



prijemnik
odabir

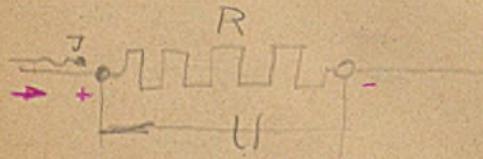


$$J_t, U_t, R_t, E_t$$

$$U = J \cdot R$$

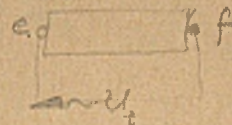
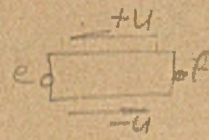
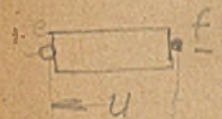
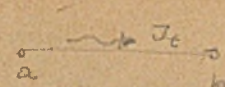
Stranaka
napisane
priortije
to same

$$U_t = J_t \cdot R$$

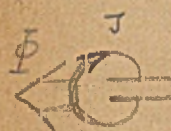


Prad stoky

Prad emuliranj.



$$U_{ef} = V_e - V_f$$



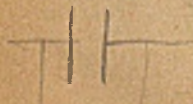
$$E_t = -L \frac{dJ}{dt}$$



$$E_t = -L \frac{dJ_t}{dt}$$

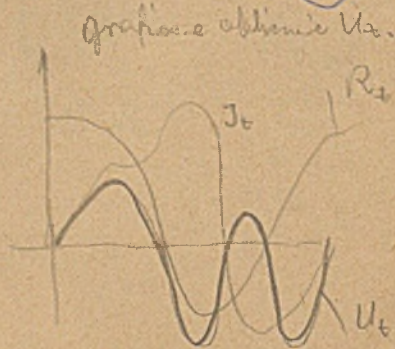
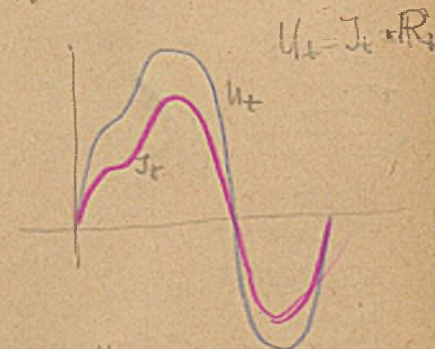
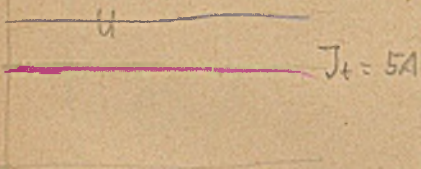
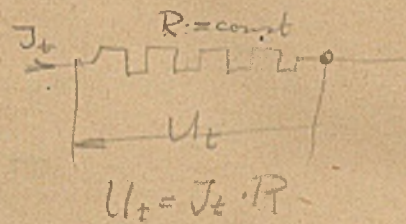
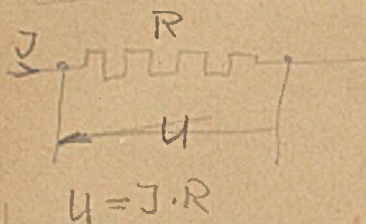
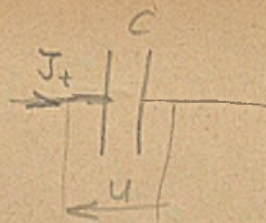
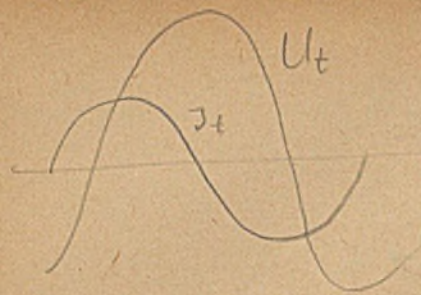


$$E_t = +L \frac{dJ_t}{dt}$$

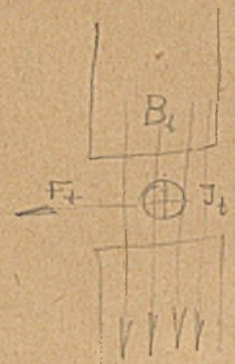


$$U_t = \frac{1}{c} Q$$

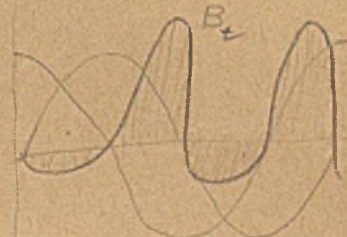
$$U = \int J_t dt$$



$$F = B \cdot J \cdot l \text{ dyn}$$



$$F_t = B_t \cdot J_t \cdot l$$

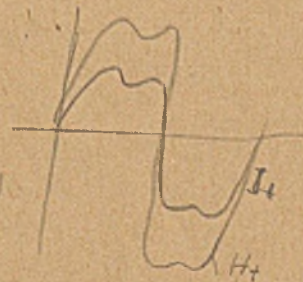


Solenoid.



$$H = \frac{4\pi J \hat{z}}{10 \cdot l}$$

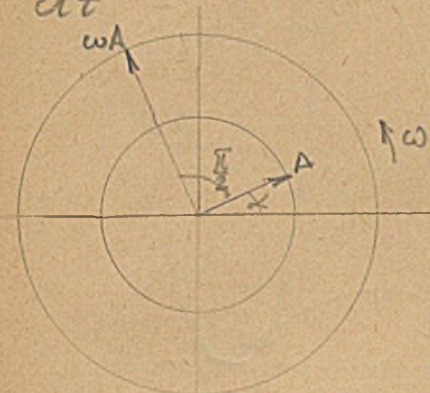
$$H_t = \frac{4\pi z}{10 l} J_t(\omega)$$



Pochodna funkciji sinusoidalnej 1. V. 1948 r.

$$A_t = A \sin(\omega t + \alpha)$$

$$\frac{dA_t}{dt} = \omega A \cos(\omega t + \alpha) = \omega A \sin\left(\omega t + \alpha + \frac{\pi}{2}\right)$$

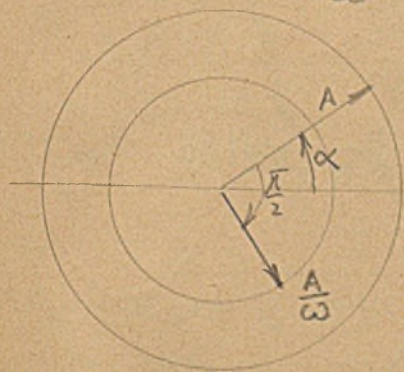


Čatka funkciji sinusoidalnej

$$\int A \sin(\omega t + \alpha) dt = -\frac{A}{\omega} \cos(\omega t + \alpha) + C$$

$$= \frac{A}{\omega} \sin\left(\omega t + \alpha - \frac{\pi}{2}\right)$$

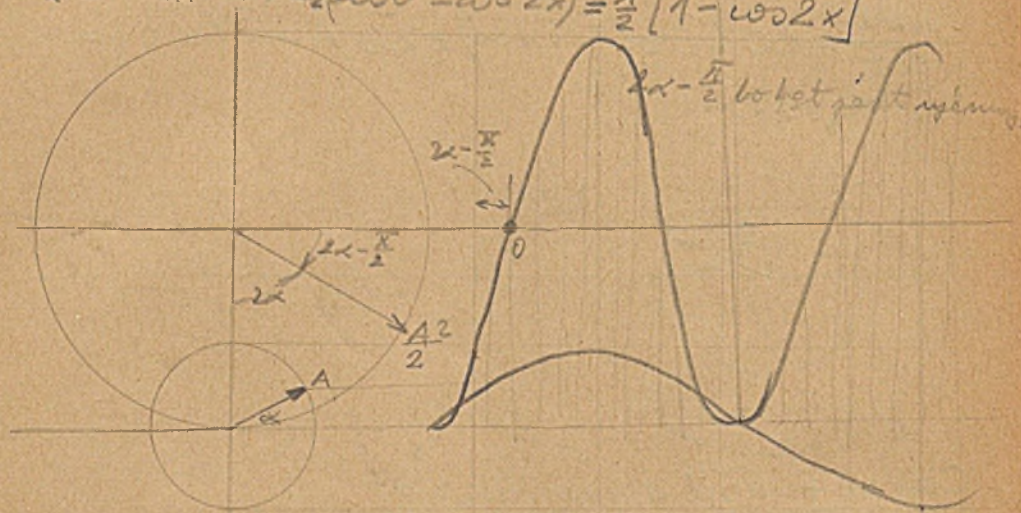
$$C = 0$$



Kwadrat funkcji sinusoidalnej.

$$A^2 \sin^2(\omega t + \alpha) = \frac{A^2}{2} [1 + \sin(2\omega t + 2\alpha - \frac{\pi}{2})]$$

$$\sin^2 x = \sin x \sin x = \frac{1}{2}(\cos 0^\circ - \cos 2x) = \frac{1}{2}[1 - \cos 2x]$$



Wartości średnie funkcji sinusoidalnej.

Średnia wartość algebraiczna.

$$A_{\text{sr}} = \frac{1}{T} \int_0^T A_t dt$$

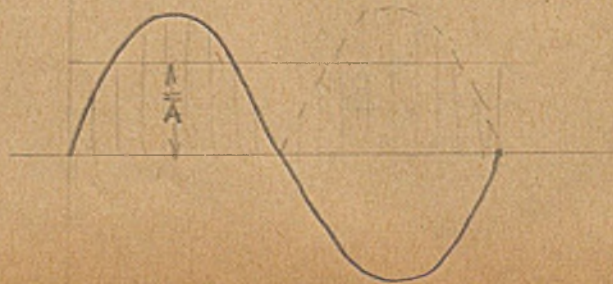
$$AT = \int_0^T A_t dt$$

$$A_{\text{sr}} = \int_0^T A \sin(\omega t + \alpha) dt = 0$$

Średnia wartość arytmetyczna.

$$\bar{A} = \frac{1}{T} \int_0^T |A_t| dt$$

$$\bar{AT} = \int_0^T |A_t| dt$$



Średnia wartość sinusoidalnej.

$$\bar{A} = \frac{1}{T} \left[\int_0^{\frac{T}{2}} A \sin \omega t dt + \int_{\frac{T}{2}}^T (-A \sin \omega t) dt \right]$$

$$= \frac{2}{T} \frac{A}{\omega} \cos \omega t \Big|_0^{\frac{T}{2}} = \frac{4A}{\omega T} = \frac{4A}{2\pi} = \frac{2}{\pi} A \sim$$

$$\bar{A} \approx 0.637A$$

Wartość skuteczna.

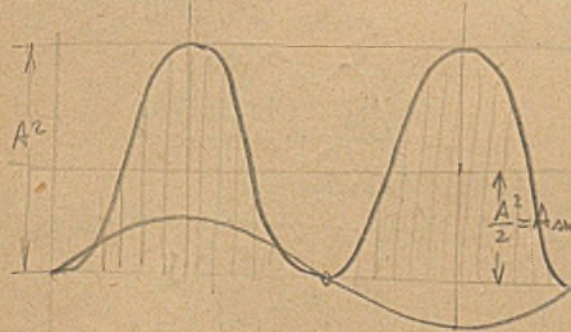
$$A_{\text{sk}}^2 T = \int_0^T A_t^2 dt$$

$$A_{\text{sk}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A_t^2 dt}$$

$$A_{\text{sk}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T A^2 \sin^2(\omega t + \alpha) dt = \frac{A^2}{T} \int_0^T \frac{1 - \cos(2\omega t + 2\alpha)}{2} dt$$

$$= \frac{A^2}{T} \frac{T}{2} = \frac{A^2}{2}$$

$$A_{\text{sk}} = \frac{A}{\sqrt{2}} \approx 0.707A$$



Wzrost wartości skutecznej jest średnią arytmetyczną funkcji $A^2 T = \int_0^T A^2 dt$

$$W_t = W_m \sin(\omega t + \alpha)$$

$$W_T = W \sqrt{2} \sin(\omega t + \alpha)$$

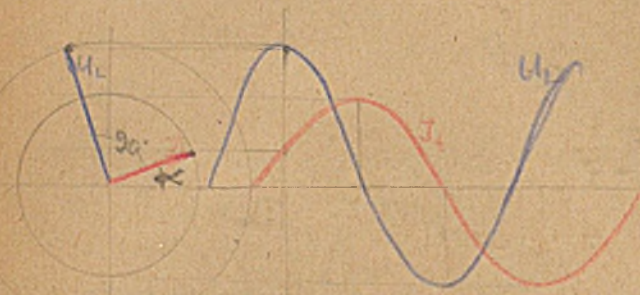
Wskutek

nie stosuje się dla wielkości magnetycznych

zaznaczyli $J_0 = J_m \sin(\omega t + \alpha)$

$U_{Lt} = E_{st} = L \omega J_m \cos(\omega t + \alpha) = L \omega J_m \sin(\omega t + \alpha + \frac{\pi}{2})$

Kat polaryzacji jest $\frac{\pi}{2}$ od prądu sinusoidalnego.



SEM namierza
 oraz U_L napięcie
 indukcyjne jest
 przód prądu
 sinusoidalnego
 prądu sinusoidalnego
 o kącie przesunięcia
 $\frac{\pi}{2}$ przed prądem

$U_{L,max} = J_m L \omega$

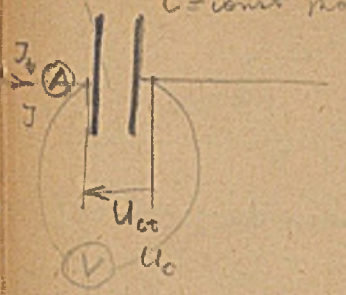
$X_L = L \cdot \omega$ opór indukcyjny

$U_L = J \cdot L \omega$

wartości składowe
 zmieniają się
 zgodnie z
 elektrodynamiką.

Kondensator.

$C = \text{const}$ niezmienna



$Q = U \cdot C \quad U = \frac{1}{C} Q$

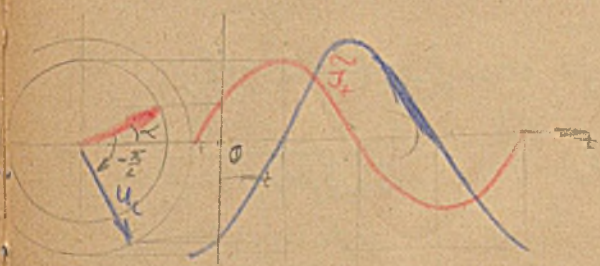
$U_t = \frac{1}{C} Q_t \quad C = \text{const.}$

$J = \frac{Q}{t} \quad J_t = \frac{dQ_t}{dt}$

$U_t = \frac{1}{C} \int J_t dt$

$Q = \int J_t dt$

napięcie na
 dielektryku
 kondensatora
 dla prądu sinusoidalnego.



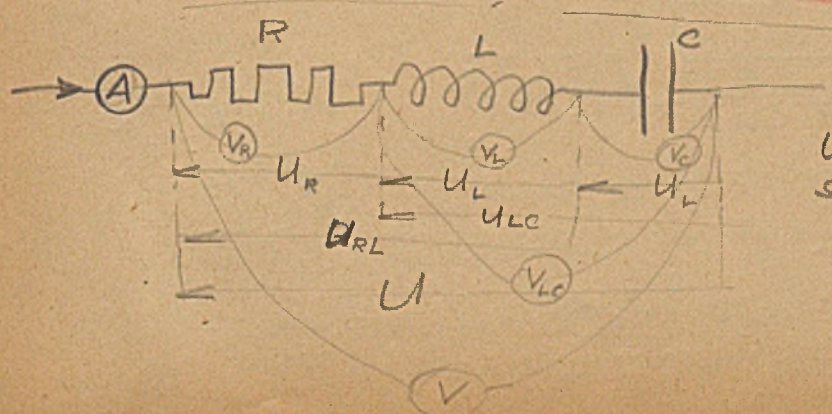
$J_t = J_m \sin(\omega t + \alpha)$

$U_t = \frac{1}{C} \int J_m \sin(\omega t + \alpha) dt$

$U_t = -J_m \frac{1}{C \omega} \cos(\omega t + \alpha)$

$U_t = J_m \frac{1}{C \omega} \sin(\omega t + \alpha - \frac{\pi}{2})$

$U_{C,m} = J_m \frac{1}{C \omega}$ tylko dla prądu
 $U_C = J \cdot (\frac{1}{C \omega})$ sinusoidalnego



Układ szeregowy RLC

$$U_t = R I_t + L \frac{dI_t}{dt} + \frac{1}{C} \int I_t dt$$

$$U_t = U_{Rt} + U_{Lt} + U_{Ct}$$

$$U_{Ct} = L \frac{dI_t}{dt} + \frac{1}{C} \int I_t dt$$

$$I_t = I_m \sin(\omega t + \alpha)$$

$$U_t = R I_m \sin(\omega t + \alpha) + L \omega I_m \cos(\omega t + \alpha) - \frac{1}{C \omega} I_m \cos(\omega t + \alpha)$$

$$U_t = R I_m \sin(\omega t + \alpha) + (L \omega - \frac{1}{C \omega}) I_m \cos(\omega t + \alpha)$$

$$\tan \varphi = \frac{L \omega - \frac{1}{C \omega}}{R}$$

$$U_t = I_m \sqrt{R^2 + (L \omega - \frac{1}{C \omega})^2} \sin(\omega t + \alpha + \varphi)$$

$$w_t = \frac{a \cdot b^2 \cdot c}{d} \sin(\omega t + \alpha + \beta + \gamma)$$

$$w_t = w_m \sin(\omega t + \xi)$$

$$U_m = I_m Z$$

Z = opór pozorny

$$Z = \sqrt{R^2 + (L \omega - \frac{1}{C \omega})^2} = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$X = X_L - X_C$$

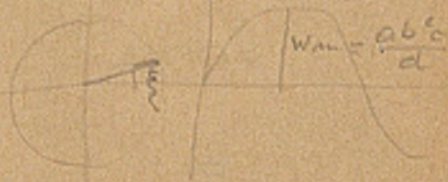
$$X_L = L \omega$$

$$X_C = \frac{1}{C \omega}$$

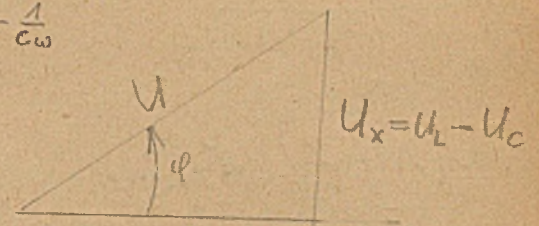
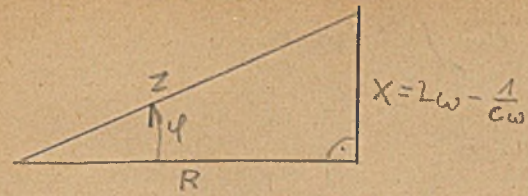
obopiecz się (wartości skuteczne +
dla sinusoidalnych prądów)
nawet nie mat. prądu (wart. skut. tylko dla
sinusoidalnych prądów) mają opór pozorny.

$$I_m \sqrt{R^2 + (L \omega - \frac{1}{C \omega})^2} =$$

= amplituda



Trójkąt napięć
(Thévenina)



$$U_L = I L \omega$$

$$I = \frac{U_C}{L \omega} \quad L \omega = \frac{U_L}{I}$$

jeżeli $I_t = I_m \sin(\omega t + \alpha)$

$$U_t = U_m \sin(\omega t + \alpha + \varphi)$$

$$U_m = I_m Z; \quad Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

jeżeli

$$U_t = U_m \sin(\omega t + \beta)$$

$$I_t = I_m \sin(\omega t + \beta - \varphi)$$

$$U^2 = U_R^2 + U_X^2$$

$U_X =$ amplituda
napięcia
 $U_R =$ napięcie
oporności

$$U_L = I L \omega$$

$$U_C = I \cdot \frac{1}{C \omega}$$

$$U_R = I \cdot R$$

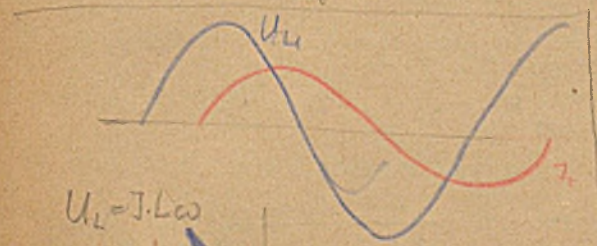
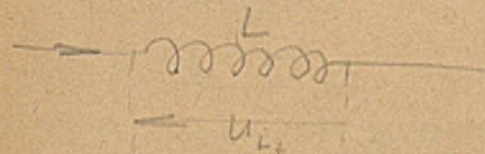
$$U = I \cdot Z$$

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

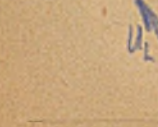
tylko dla
prądu
sinusoidalnego



Metoda analityczna



$$U_L = I \cdot L \omega$$



$$\begin{aligned} U_{Lt} &= L \frac{dI_t}{dt} = L \frac{d}{dt} I_m \sin(\omega t + \alpha) \\ &= L \omega I_m \cos(\omega t + \alpha) \\ &= L \omega I_m \sin(\omega t + \alpha + \frac{\pi}{2}) \end{aligned}$$

Metoda wykreślna

Wzajemne przesunięcie prądu i napięcia
w obwodzie RL wynosi 90°
(wartości skuteczne)

1. VI. 1949r.

$$\hat{A} = a + jb \quad j = \sqrt{-1}$$

forma algebraiczna

$$\frac{b}{a} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$a = A \cos \alpha \quad (A^2(\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = a^2 + b^2)$$

$$b = A \sin \alpha \quad A = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\hat{A} = A(\cos \alpha + j \sin \alpha)$$

forma trygonometryczna

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$

$$e^{ix} = \left(1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots\right) + j \left(\frac{x}{1!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots\right) =$$

$$e^{ix} = \cos x + j \sin x$$

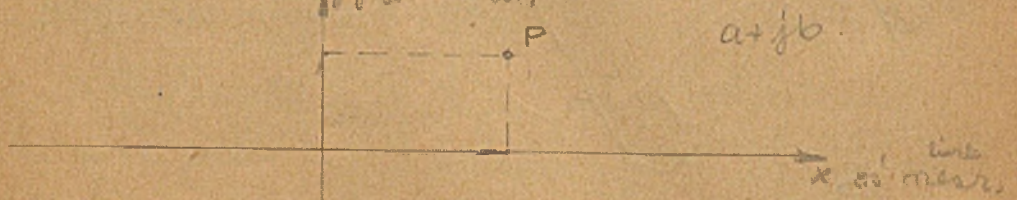
$$\hat{A} = A e^{ix}$$

A = moduł
 kąt
 argumentu
 e^{ix} = wektor

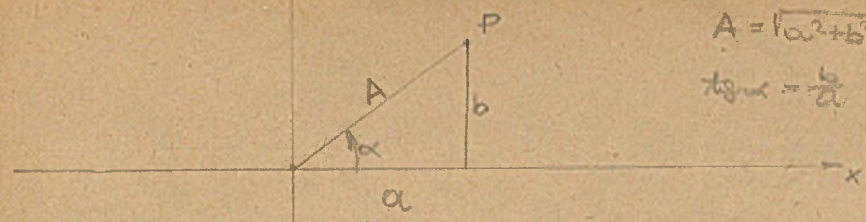
forma trygonometryczna

Odwzorowanie geometryczne.

Odwzorowanie na płaszczyźnie Gaussa.

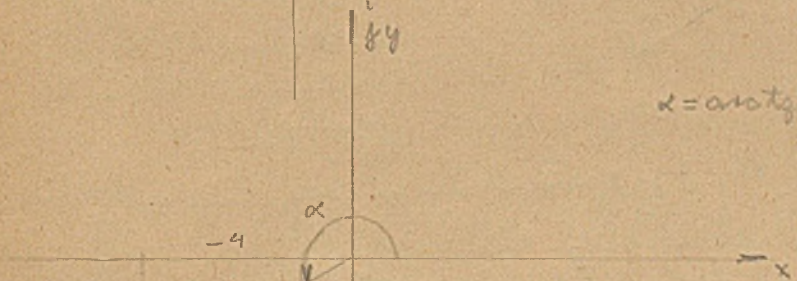


forma trygonometryczna



$$A = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{a}$$



$$\alpha = \arctan \frac{-3}{-4}$$

$$\hat{A} = A e^{ix}$$

e^{ix} charakterystyczne obroty

$$\hat{A} = a_1 + j a_2$$

$$\hat{B} = b_1 + j b_2$$

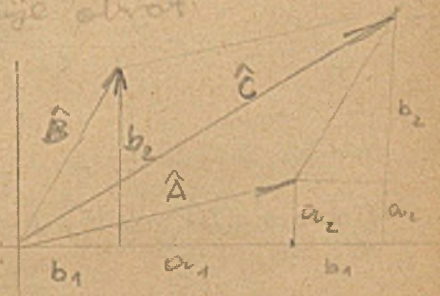
$$\hat{A} + \hat{B} = (a_1 + b_1) + j(a_2 + b_2) = \hat{C}$$

$$\hat{A} = 2 + j3$$

$$\hat{B} = 5 - j7$$

$$\hat{A} + \hat{B} = 7 - j4 = \sqrt{49 + 16} = 65 e^{-j35^\circ}$$

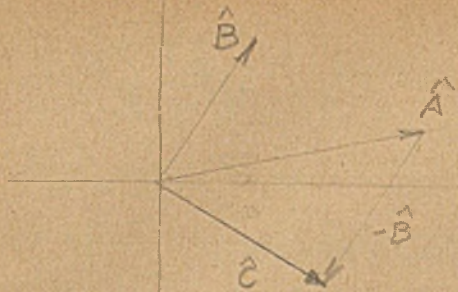
$$\hat{A} + \hat{B} = 8.1 e^{-j35^\circ}$$



$$\arctan \frac{4}{7} = 35^\circ$$

$$= 8.1 e^{-j35^\circ}$$



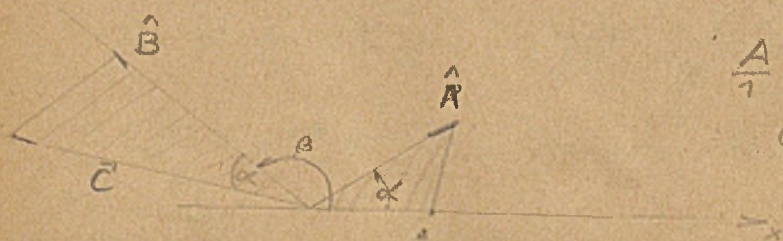


$$\hat{C} = \hat{A} - \hat{B}$$

Przekształcanie i odejmowanie tak jak w ostatnim ujęciu.

dzielenie liczb zespolonych i obliczanie argumentu.

$$\hat{A} \cdot \hat{B} = A e^{j\alpha} \cdot B e^{j\beta} = AB e^{j(\alpha+\beta)}$$



$$\frac{A}{1} = \frac{C}{B}$$

$$C = AB$$

Forma algebraiczna

$$(5 + j3)(2 - j7) = 10 - j35 + j6 + 21 = 31 + j29 = \sqrt{31^2 + 29^2} e^{j \arctan \frac{29}{31}}$$

Dzielenie liczb zespolonych.

$$\frac{\hat{A}}{\hat{B}} = \frac{A e^{j\alpha}}{B e^{j\beta}}$$

$$\hat{A} e^{-j\beta} = A e^{j\alpha} \cdot e^{-j\beta} = A e^{j(\alpha-\beta)}$$

dzielenie przez $e^{j\beta}$ odpowiada obrócenie wektora odmierającego do tego kierunku zespolonego o kąt β .

$$\frac{\hat{A}}{\hat{B}} = \frac{A e^{j\alpha}}{B e^{j\beta}} = \frac{A}{B} e^{j(\alpha-\beta)}$$

Dzielenie ich wartości liczone, i odejmowanie argumentu.

$$\frac{C}{A} = \frac{1}{B}$$

$$C = \frac{A}{B}$$



Dzielenie l.z. dlugych w postaci algebraicznej.

$$\frac{\hat{A}}{\hat{B}} = \frac{2+j3}{5+j7} = \frac{2+j3}{5+j7} \cdot \frac{5-j7}{5-j7} \quad \hat{A} = a_1 + ja_2$$

$$\hat{A} = a_1 - ja_2 \quad \text{l.z. ujemna}$$

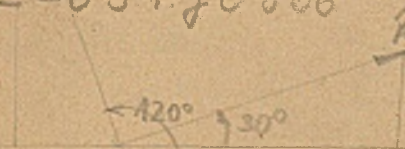
$$\frac{\hat{A}}{\hat{B}} = \frac{10-j14}{5^2+7^2} = \frac{31+j}{74} = \frac{31}{74} + j \frac{1}{74}$$

$$\frac{\hat{A}}{\hat{B}} = \frac{\sqrt{31^2+1^2}}{74} e^{j \arctan \frac{1}{31}}$$

$$\hat{A} = e^{j30^\circ} = \cos 30^\circ + j \sin 30^\circ = 0.866 + j0.5$$

$$j\hat{A} = -0.5 + j0.866$$

$$j = e^{j30^\circ}$$



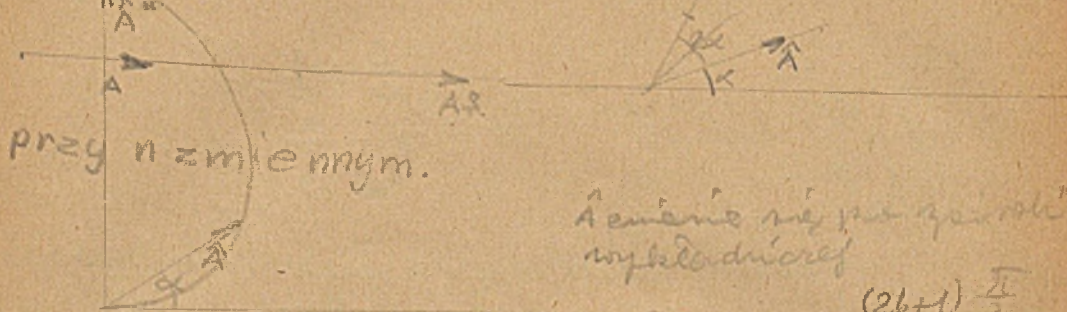
$$j = -j$$

$$\frac{\hat{A}}{j} = \frac{A}{e^{j30^\circ}} = \hat{A} e^{-j30^\circ} = 0.5 + \frac{0.866}{j} = 0.5 - j0.866$$



Potęgowanie liczby zespolonej,

$$\hat{A}^n = (Ae^{j\alpha})^n = A^n e^{jn\alpha}$$



A emienie nie po prostu
wzrostła dwukrotnie

$$n = \frac{(2k+1) \frac{\pi}{2}}{\alpha}$$

$$n = \frac{k\pi}{\alpha}$$

$$n\alpha = k\pi$$

przyjmuje
k = 0, 1, 2, 3, 4, 5

$$e^{j\alpha} = \cos\alpha + j\sin\alpha$$

$$e^{jn\alpha} = \cos n\alpha + j\sin n\alpha$$

$$(\cos\alpha + j\sin\alpha)^n = \cos n\alpha + j\sin n\alpha$$

Wzór de Moivre'a

Pierwiastkowanie liczb zespolonych.

$$\sqrt[n]{\hat{A}} = \sqrt[n]{a_1 + ja_2} = c_1 + jc_2$$

$$a_1 + ja_2 = c_1^2 + 2jc_1c_2 - c_2^2$$

$$a_1 = c_1^2 - c_2^2$$

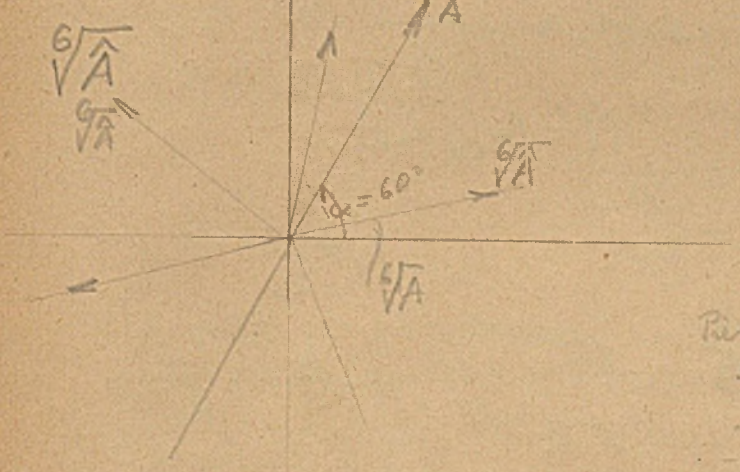
$$a_2 = 2c_1c_2$$

Dostaję 2 równania
dla 2-ego pierwiastka

$$\hat{A} = Ae^{j\alpha}$$

$$\sqrt[n]{\hat{A}} = \hat{A}^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{A} e^{j\frac{\alpha}{n}} ; Ae^{j\alpha} = A e^{j(\alpha + 2k\pi)}$$

$$\sqrt[n]{\hat{A}} = \sqrt[n]{A} e^{j(\frac{\alpha}{n} + \frac{2k\pi}{n})} = \sqrt[n]{A} e^{j\frac{\alpha + 2k\pi}{n}}$$



$$\alpha = 60^\circ$$

$$2\pi = 360^\circ$$

Odległość między
całkowitą sumą
nie w 360 stopni
dotychczas uproszc.

Pierwiastki:

- $\frac{\alpha}{n} + 0 \cdot 1$
- $+ \frac{2\pi}{n} \cdot 1$
- $+ \frac{4\pi}{n} \cdot 2$
- $+ \frac{6\pi}{n} \cdot 3$

Liczby zespolone sprzężone.

$$\hat{A} = a + jb = A(\cos\alpha + j\sin\alpha) = Ae^{j\alpha}$$

$$\check{A} = a - jb = A(\cos\alpha - j\sin\alpha) = Ae^{-j\alpha}$$



$$a = \frac{\hat{A} + \check{A}}{2} ; b = \frac{\hat{A} - \check{A}}{2j}$$

$$A = \sqrt{\hat{A} \cdot \check{A}} = \frac{\sqrt{\hat{A} \cdot \check{A}}}{A}$$

$$\frac{1}{\hat{A}} = \frac{\hat{A}^*}{\hat{A}\hat{A}^*} = \frac{\hat{A}^*}{A^2}$$

$$\frac{1}{3+j4} = \frac{3-j4}{25}$$

funkcja liczby zespolonej

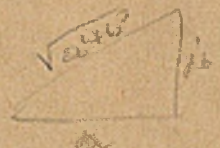
$$\hat{N} = \hat{A} \cdot \hat{B} + \frac{\hat{C}}{\hat{D}} + (\hat{E})^n + \sqrt{\hat{G}}$$

$$\check{N} = \check{A} \check{B} + \frac{\check{C}}{\check{D}} + (\check{E})^n + \sqrt{\check{G}}$$

$$\hat{N} = j \hat{A} \hat{B} \quad \check{N} = (-j) \check{A} \check{B}$$

$$\hat{N} = \sqrt{\frac{2+j3}{4-j7}} = \frac{\hat{A}}{\hat{B}} \quad N = \frac{A}{B}$$

$$\hat{N} = \frac{2+j3}{4-j7} = \frac{\hat{A}}{\hat{B}} \quad N = \frac{A}{B} = \frac{\sqrt{13}}{\sqrt{65}}$$



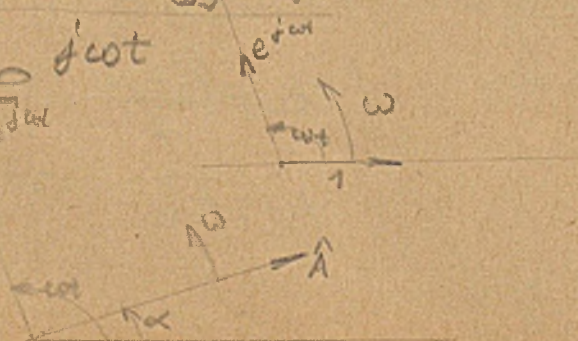
$$\hat{A} + \hat{B} = (2+j3) + (4-j7) = 6-j4$$

$$C = \sqrt{36+16} = \sqrt{52}$$

Wersor rotacyjny

$$e^{j\alpha} = e^{j\omega t}$$

$$\begin{aligned} \hat{A}_t &= \hat{A} e^{j\omega t} \\ &= A e^{j\omega t} \cdot e^{j\alpha} \\ &= A e^{j(\omega t + \alpha)} \end{aligned}$$



funkcja zespolona

$$\hat{y} = f(\hat{x})$$

yi x przeliczenia wartości funkcji
często otrzymuje odmierzenie i przenie-
miamy je do tej postaci

liniowe przedstawia, natomiast w dziedzinie czasu, a przenie-
miamy do tej postaci

$$\hat{A}_t = A [\cos(\omega t + \alpha) + j \sin(\omega t + \alpha)]$$

$\hat{A}_t = A \sin(\omega t + \alpha)$ sinusoidalna odpowiedź
mimo że w dziedzinie czasu
funkcja jest cosinusoidalna
mimo że w dziedzinie czasu

Działania matematyczne
na funkcjach symbolicznych

wynajdy obierania prędkości i przyspieszenia

$$\hat{A}_t = \hat{A} e^{j\omega t}$$

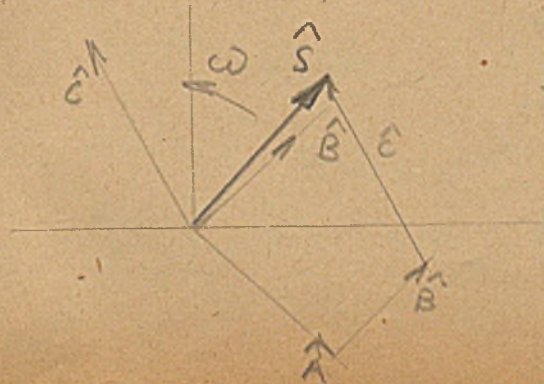
$$\hat{B}_t = \hat{B} e^{j\omega t}$$

$$\hat{N}_t = \hat{N} e^{j\omega t}$$

$$\hat{S}_t = \hat{A}_t + \hat{B}_t + \dots + \hat{N}_t$$

$$\hat{S}_t = e^{j\omega t} (\hat{A} + \hat{B} + \dots + \hat{N})$$

$$\hat{S}_t = \hat{S} e^{j\omega t}$$



S jest prędkością
prędkości

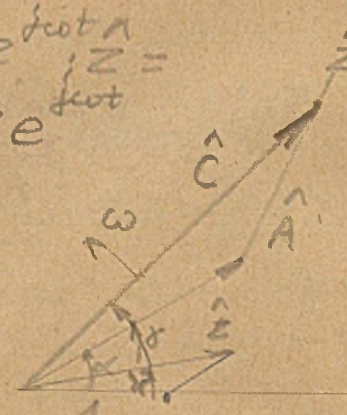
Iloczyn symbolicznej i liczby zespolonej

$$\hat{A}_t \cdot \hat{z} = \hat{C}_t$$

$$\hat{A}_t = A e^{j(\omega t + \alpha)} = \hat{A} e^{j\omega t}$$

$$\hat{C}_t = \hat{A} e^{j\omega t} \hat{z}$$

$$\hat{C} = \hat{A} \hat{z}$$



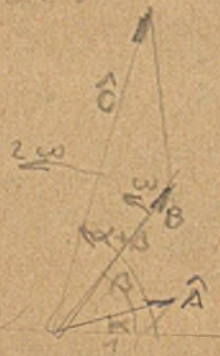
$\gamma = \alpha + \beta$
 z tego poleć
 zarysować

$$\hat{C} = \hat{A} \hat{z}$$

Iloczyn 2 funkcji symbolicznych

$$\hat{C}_t = \hat{A}_t \cdot \hat{B}_t = \hat{A} e^{j\omega t} \cdot \hat{B} e^{j\omega t} = \hat{A} \hat{B} e^{j2\omega t} = \hat{C} e^{j2\omega t}$$

Reguła kątowa podwojona

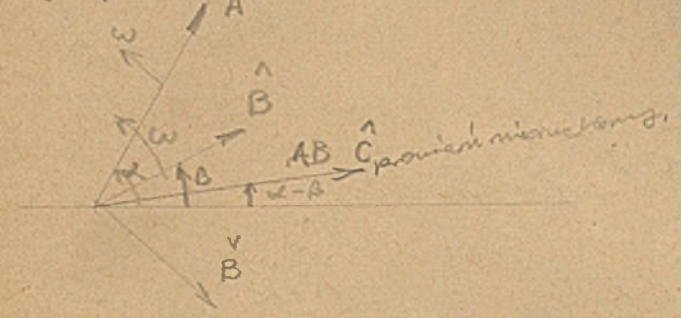
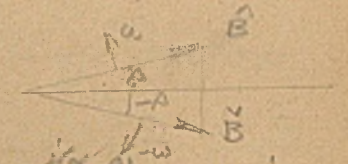


Iloczyn sprzężony 2 funkcji symbolicznych

$$\hat{A}_t = \hat{A} e^{j\omega t}$$

$$\hat{B}_t = \hat{B} e^{-j\omega t} = B e^{j\omega t} e^{-j\omega t}$$

$$\hat{A}_t \hat{B}_t = \hat{A} \hat{B} e^{j\omega t} e^{-j\omega t} = \hat{A} \hat{B} e^{j(\omega t - \omega t)} = \hat{A} \hat{B} e^{j0} = \hat{A} \hat{B}$$



Iloczyn 2 sinusoid o jednakowej częstotliwości

$$A_t B_t = \frac{AB}{2} \cos \varphi + \frac{AB}{2} \sin(2\omega t + \alpha + \beta - \frac{\pi}{2})$$

$$\hat{A}_t = \frac{\hat{A}_t + \hat{A}_t^*}{2j}$$

$$\hat{A}_t = A [\cos(\omega t + \alpha) + j \sin(\omega t + \alpha)]$$

$$\hat{A}_t^* = A [\cos(\omega t + \alpha) - j \sin(\omega t + \alpha)]$$

$$A_t = A \sin(\omega t + \alpha)$$

$$B_t = \frac{\hat{B}_t - \hat{B}_t^*}{2j}$$

$$A_t B_t = \frac{\hat{A}_t - \hat{A}_t^*}{2j} \cdot \frac{\hat{B}_t - \hat{B}_t^*}{2j} = -\frac{1}{4} [(\hat{A}_t \hat{B}_t + \hat{A}_t^* \hat{B}_t^*) - (\hat{A}_t^* \hat{B}_t + \hat{A}_t \hat{B}_t^*)]$$

$$\hat{A}_t = A e^{j(\omega t + \alpha)} \quad \hat{A}_t^* = A e^{-j(\omega t + \alpha)}$$

$$\hat{A}_t \hat{B}_t = -\frac{AB}{4} \left\{ [e^{j(2\omega t + \alpha + \beta)} + e^{-j(2\omega t + \alpha + \beta)}] - [e^{j(\alpha - \beta)} + e^{j(\alpha - \beta)}] \right\}$$

$$A_t B_t = \frac{AB}{2} \left\{ \frac{e^{j(2\omega t + \alpha + \beta)} - e^{-j(2\omega t + \alpha + \beta)}}{2j} - \frac{e^{j(\alpha - \beta)} - e^{-j(\alpha - \beta)}}{2j} \right\}$$

$$e^{jx} = \cos x + j \sin x$$

$$e^{-jx} = \cos x - j \sin x$$

$$\cos x = \frac{e^{jx} + e^{-jx}}{2} ; \sin x = \frac{e^{jx} - e^{-jx}}{2j}$$

$$A_t B_t = \frac{AB}{2} [\cos(\alpha - \beta) - \cos(2\omega t + \alpha + \beta)]$$

$$A_t B_t = \frac{AB}{2} \cos \varphi + \frac{AB}{2} \sin(2\omega t + \alpha + \beta - \frac{\pi}{2})$$

Pochodna f. symbolicznej

$$A_t = A e^{j\alpha} e^{j\omega t} = \hat{A} e^{j\omega t}$$

$$\frac{d}{dt} A_t = \hat{A} e^{j\omega t} \cdot j\omega = j\omega \hat{A} e^{j\omega t}$$



$$\frac{d\hat{A}_t}{dt} = j\omega \hat{A}_t$$

przebieg w płaszczyźnie wyprzedza o 90°

Całka f. symbolicznej

$$\hat{A}_t = A e^{j(\omega t + \alpha)} = \hat{A} e^{j\omega t}$$

$$\int \hat{A}_t dt = \hat{A} \int e^{j\omega t} dt = \frac{\hat{A}}{j\omega} e^{j\omega t} + C = -j \frac{\hat{A}}{\omega} e^{j\omega t} + C$$



przebieg o $-\frac{j}{\omega}$ i spóźnienie o 90°

$$\frac{d^n}{dt^n} \hat{A}_t = (j\omega)^n \hat{A}_t$$

$$\int \hat{A}_t dt = \frac{\hat{A}_t}{(j\omega)^2} = -\frac{\hat{A}_t}{\omega^2}$$

$$\frac{\hat{A}_t}{\hat{B}_t} = \frac{\hat{A} e^{j\omega t}}{\hat{B} e^{j\omega t}} = \frac{\hat{A}}{\hat{B}} = \hat{C}$$

Przebieg punktowy sinusoidy

$$\hat{I}_t \quad \hat{U}_t$$

$$\frac{\hat{U}_t}{\hat{I}_t} = \hat{Z} = \text{wartość sympleksowa}$$

Sinusoidy o jednakowej częstotliwości



operacja operacji mnożenia
gdz $t=0$.

operacja mnożenia (wartość max) lub $\hat{W} = \frac{\hat{W}_m}{\sqrt{2}}$
wartość skuteczna

do wart. max.



U-hat_eff = U-hat_max / sqrt(2)

$$\hat{W}_t = \hat{W}_{max} e^{j\omega t} = \frac{\hat{W}}{\sqrt{2}} e^{j\omega t}$$

wartość maksymalna
lub całkowita

3. IV. 1948r

$$U_t = R I_t + L \frac{dI_t}{dt} + \frac{1}{C} \int I_t dt$$

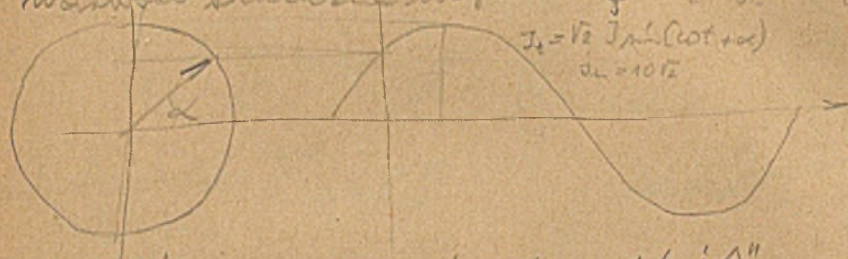
$$\tilde{I}_t = I_m \sin(\omega t + \alpha) = \sqrt{2} I_m \sin(\omega t + \alpha)$$

$$\tilde{U}_t = R \tilde{I}_t + L \frac{d\tilde{I}_t}{dt} + \frac{1}{C} \int \tilde{I}_t dt$$

$$U_{Lt} = I_m L \omega \sin(\omega t + \alpha + \frac{\pi}{2})$$

Metoda symboliczna Steinmetz'a. (1903)

Wartości skuteczne uśrednieniowe, czyli I, U, E .



$$I_m e^{j\alpha} = I_m \cos \alpha + j I_m \sin \alpha = A' + j A''$$



$$A = 3 + j4 \quad A' = 3 + j4 = \sqrt{3^2 + 4^2} e^{j\alpha} = 5 e^{j\alpha}$$

$$\tilde{I}_m = 3 + j4 = 5 e^{j\alpha} \quad \text{tg } \alpha = \frac{4}{3}$$

$$\tilde{I}_t = I_m \sin(\omega t + \alpha) = \sqrt{2} I_m \sin(\omega t + \alpha)$$

$$\hat{I}_t = \frac{\tilde{I}_t}{\sqrt{2}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} e^{j(\omega t + \alpha)}$$

$$\hat{U}_t - \hat{U}_t = R(\hat{I}_t - \hat{I}_t) + L \left(\frac{d\hat{I}_t}{dt} - \frac{d\hat{I}_t}{dt} \right) + \frac{1}{C} \int (\hat{I}_t - \hat{I}_t) dt$$

$$\hat{U}_t = R \hat{I}_t + L \frac{d\hat{I}_t}{dt} + \frac{1}{C} \int \hat{I}_t dt$$

$$\hat{U}_t = R \hat{I}_t + j L \omega \hat{I}_t + \frac{1}{j C \omega} \hat{I}_t$$

$$\tilde{I}_t = \hat{I}_t e^{j\omega t}$$

$$\hat{U}_t = \hat{I}_t [R + j(L\omega - \frac{1}{C\omega})] = \hat{I}_t \hat{Z} ; \quad \hat{Z} = R + j(L\omega - \frac{1}{C\omega})$$

$$\hat{I}_t = I_m e^{j\alpha} e^{j\omega t}$$

$$\hat{Z} = R + jX$$

$$U_m e^{j\alpha} e^{j\omega t} = I_m e^{j\alpha} e^{j\omega t} \cdot Z$$

$$\hat{Z} = Z e^{j\varphi}$$

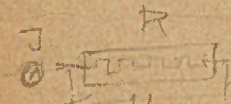
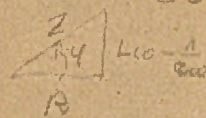
$$\hat{U}_m = \hat{I}_m \hat{Z}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

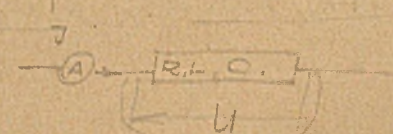
$$\hat{U} = \hat{I} \hat{Z}$$

$\hat{Z} = \frac{U}{I} \rightarrow \text{tg } \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$
 wreszcie uśrednieniowe R, L, C .

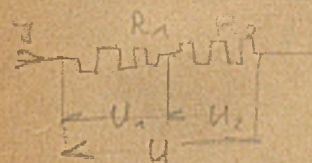
$$\hat{U} = 30 e^{j(\alpha + \varphi)} = 5 e^{j\alpha} \cdot 6 e^{j\varphi}$$



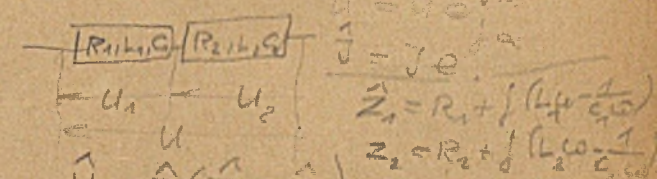
$$U = IR$$



$$\hat{U} = \hat{I} \hat{Z} \quad \hat{Z} = R + j(L\omega - \frac{1}{C\omega})$$

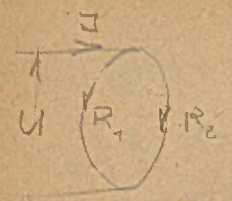


$$U = I(R_1 + R_2) \quad U_1 = I R_1, \quad U_2 = I R_2$$



$$\hat{U} = \hat{I} (\hat{Z}_1 + \hat{Z}_2) \quad \hat{U}_1 = \hat{I} \hat{Z}_1, \quad \hat{U}_2 = \hat{I} \hat{Z}_2$$

Przykład 2.1



$$J = \frac{U}{R_2} \quad \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\hat{J} = \frac{\hat{U}}{Z_2} \quad \frac{1}{Z_2} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}$$

$$J_1 e^{j\omega t} + J_2 e^{j\omega t} = J_3 e^{j\omega t}$$

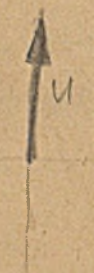
$$\hat{J}_1 + \hat{J}_2 = \hat{J}_3$$

$$\sum J R = \sum E$$

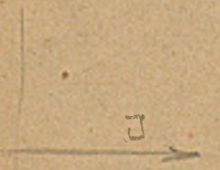
$$\sum \hat{J} \hat{Z} = \sum \hat{E}$$

$J = 5A$
 $\hat{J} = 5$ *α kierunku przeciwnego do strzałki*
 $\hat{J} = 5 e^{j30}$ $\hat{J} = 5 e^{j270}$

$U = 120V$ $\hat{U} = 120$ $\hat{U} = 120 e^{j90} = j 120$

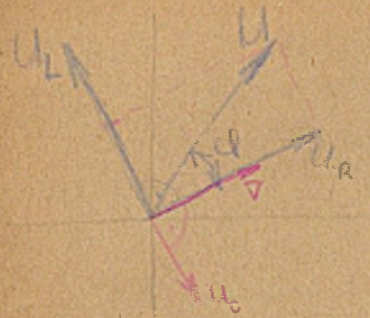


dla prądu:



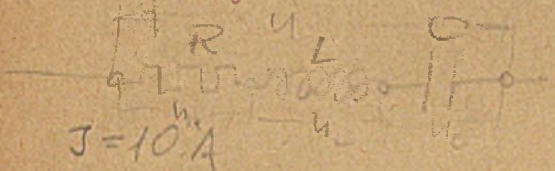
Kąt φ liczymy od prądu

8.VI.1948



Dane $J = 12 \cdot 10 \sin(\omega t + 30^\circ)$
 $R = 6 \Omega$; $L\omega = 13,5 \Omega$

$\frac{1}{\omega C} = 9 \Omega$; $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{\omega C})^2}$



$J = 10 A$
 $U_R = J \cdot R = 10 \cdot 6 = 60 V$

$U_L = J L \omega = 10 \cdot 13,5 = 135 V$

$U_X = U_L - U_C = J(L\omega - \frac{1}{\omega C}) = 10 \cdot 4,5 = 45 V$

$U = \sqrt{U_R^2 + U_X^2} = \sqrt{60^2 + 45^2} = 75 V$

$\tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{\omega C}}{R} = \frac{4,5}{6} = 0,75$

$\varphi = 36,87^\circ$

$j = e^{j90} = \cos 90 + j \sin 90$

$i = 0 + j = j$

prąd ma obrot o 90°

$\hat{J} = 10 e^{j30} A$

$\hat{U}_R = \hat{J} R = 10 e^{j30} \cdot 6 = 60 e^{j30} V$

$\hat{U}_L = \hat{J} j L \omega = 10 e^{j30} \cdot j 13,5 = 135 e^{j120} V$

$\hat{U}_C = \hat{J} (-j \frac{1}{\omega C}) = 10 e^{j30} \cdot (-j 9) = -90 e^{j120} V$

$\hat{U}_X = \hat{J} j (L\omega - \frac{1}{\omega C}) = 10 e^{j30} \cdot j 4,5 = 45 e^{j120} V$

$\hat{U} = \hat{U}_R + \hat{U}_X = 60 e^{j30} + 45 e^{j120}$

$\hat{U} = 75 e^{j36,87^\circ} V$

$\varphi = 36,87^\circ - 30^\circ = +6,87^\circ$

Rezonans indukcyjny

$$\hat{J} = 3 + j4 \text{ A}$$

$$\hat{Z} = 2 + j3$$

$$\hat{U} = \hat{J} \cdot \hat{Z} = (3 + j4)(2 + j3)$$

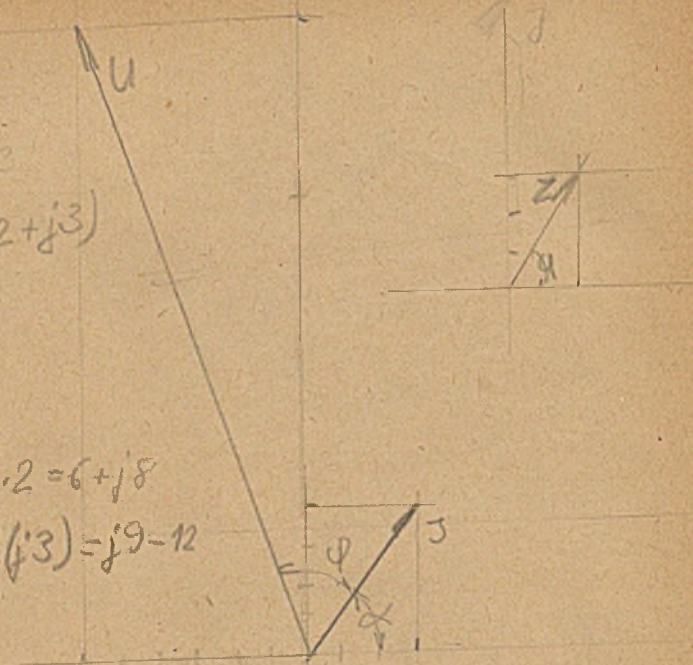
$$\hat{U} = -6 + j17$$

$$\tan \alpha = \frac{+4}{+3}$$

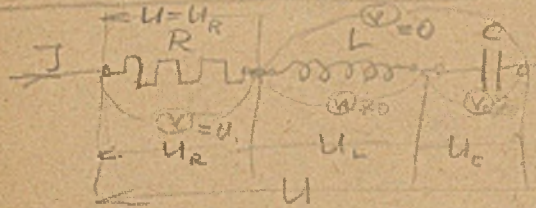
$$\hat{U}_R = \hat{J} \cdot R = (3 + j4) \cdot 2 = 6 + j8$$

$$\hat{U}_L = \hat{J} \cdot jL\omega = (3 + j4)(j3) = j9 - 12$$

$$\hat{U}_L = -12 + j9$$



Rezonans układu szeregowego.



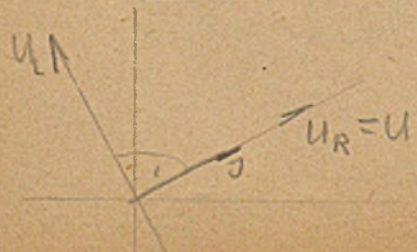
$$J = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}} = \frac{U}{R}$$

$$L\omega = \frac{1}{C\omega} \text{ rezonans}$$

$$U_L = J L \omega$$

$$U_L = U_C \text{ rezonans}$$

$$U_C = J \frac{1}{C\omega}$$



$U_C = U_L$ zwągnię.

$$\hat{U}_x = J(jL\omega + j\frac{1}{C\omega})$$

Przy przesłach silnych rezonans jest niebezpieczny

Rezonans

1) dobrać częstotliwość

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\omega = 2\pi f$$

2) dobrać indukcyjność

$$L = \frac{1}{C\omega^2} = \frac{1}{(2\pi f)^2 C}$$

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}$$

3) dobrać pojemność

$$C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}$$

Praktycznie dobrana nie $f = 50$.

Kiedy prąd rezonansowy jest kilkukrotnie większy niż prąd zasilający



- 1) $f = 50$
- 2) $f_0 = 150$
- 3) $f_0 = 250$
- 4) $f_0 = 350$

Kabel



Wzrost amplitudy generatora magnetycznego przy rezonansie sinusoidalnym SEM.

Przednie sinusoidalny sygnał wzbudzenia BH nowa metoda

Bmax musi

być poniżej

kolana. Wzrost boku podlega nie Bmax nie Bsat.



Przebieg...

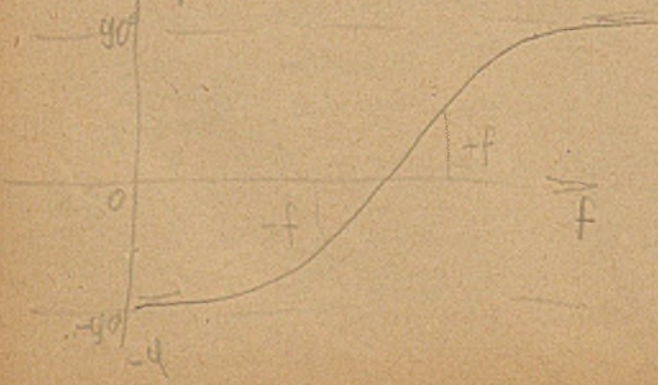
2) sinusoidalna napięcia i sinusoidalny prąd
 są dla rezonansu $\varphi = 0$ i $\varphi = 0$

3) Prąd obciążenia I_t i gwałtowność R osiąga wartość
 $I = I_{max}$ gdy $\varphi = 0$; $I = \frac{U_{eff}}{R}$
 Gwałtowność $\varphi = 0$

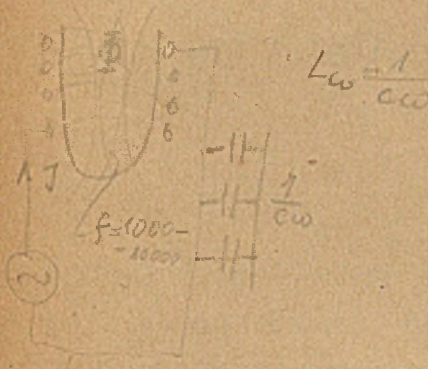
4) Prąd rezonansu sinusoidalnego napięcia
 międzykondensatorów U_L i sinusoidalnego napięcia U_C są
 przesunięte o 180° (z przeciwnymi odchyłkami)

Wskazywane wartości U_L i U_C są sobie równe
 tylko $U_L + U_C = 0$ dla rezonansu.

Wartości U_L i U_C są sobie równe
 tylko $U_L + U_C = 0$ dla rezonansu.
 Właściwość rezonansu jest taka jak w przypadku
 indukcyjności i pojemności nie było.



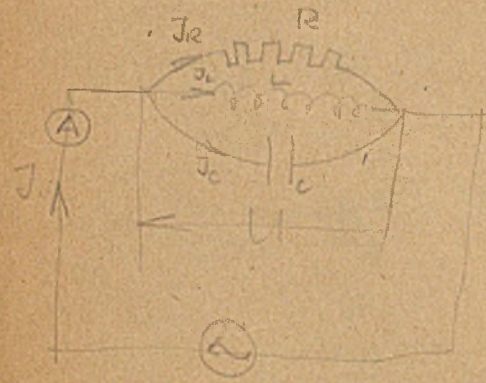
Rezonans w obwodzie RLC przy rezonansie
 niech w.



W momencie maksymalnego napięcia
 w obwodzie zmienia się napięcie
 międzykondensatorów



Układ równoległy.



$$I_t = I_{Rt} + I_{Lt} + I_{Ct}$$

$$I_{Rt} = \frac{U_t}{R} = U_t G \quad G = \frac{1}{R}$$

$$U_{Lt} = L \frac{dI_{Lt}}{dt} \quad I_{Lt} = \frac{1}{L} \int U_t dt$$

$$U_{Ct} = \frac{1}{C} \int I_{Ct} dt \quad I_{Ct} = C \frac{dU_t}{dt}$$

$$U_t = U_m \sin(\omega t + \alpha)$$

oamplitude

$$I_{Rt} = U_m G \sin(\omega t + \beta)$$

$$I_{Lt} = U_m \frac{1}{\omega L} \cos(\omega t + \beta)$$

$$I_{Ct} = U_m C \omega \cos(\omega t + \beta)$$

$$\vec{I}_t = \vec{I}_R + \vec{I}_L + \vec{I}_C = U_m \left\{ G \sin(\omega t + \beta) + \left(C\omega - \frac{1}{L\omega} \right) \cos(\omega t + \beta) \right\}$$

$$I_t = U_m \sqrt{G^2 + \left(C\omega - \frac{1}{L\omega} \right)^2} \sin(\omega t + \beta + \varphi_u)$$

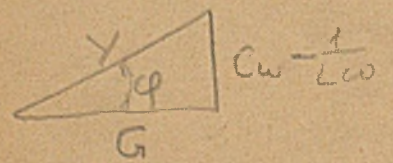
$$\tan \varphi_u = \frac{C\omega - \frac{1}{L\omega}}{G}$$

$$I_m = U_m Y$$

Ohitevna moč
napetja, moč
opredeljena
amplitudni
električnega
potenciala.

$$U_{\text{eff}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$Y^2 = G^2 + \left(C\omega - \frac{1}{L\omega} \right)^2$$



Priloge 2.1.1.1.1.1

$$\hat{Y} = G + j \left(C\omega - \frac{1}{L\omega} \right)$$

$$\hat{I}_R = \hat{U} G$$

$$\hat{I}_L = \hat{U} \left(-j \frac{1}{L\omega} \right)$$

$$\hat{I}_C = \hat{U} j C\omega$$

Y = prehodnost
Y = admitanca

$$Y = \sqrt{G^2 + \left(C\omega - \frac{1}{L\omega} \right)^2}$$

$I_R = U \cdot G$ - prehodnost
ohmova,
 $I_L = U \frac{1}{L\omega}$ - prehodnost
induktivna,
 $I_C = U \cdot C\omega$ - prehodnost
kapacitivna

dimenzije:

Y kot φ: od moči
ohm, induktivna, kapacitivna

Y kot φ_u: od napetja
ohm, induktivna, kapacitivna

Indeks uharize od
orego mernost.

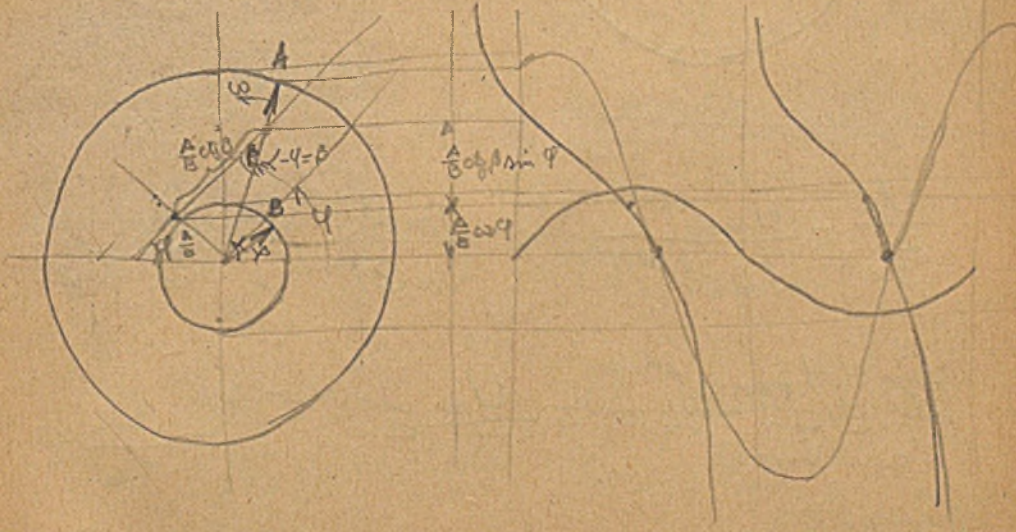
glavni 2 funkciji sinusoida...
frekvenciji.

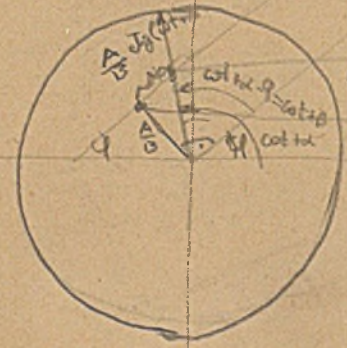
$$C_t = \frac{A_t}{B_t} = \frac{A \sin(\omega t + \alpha)}{B \sin(\omega t + \beta)} = \frac{A \sin(\omega t + \alpha + \beta - \beta)}{B \sin(\omega t + \beta)}$$

$$C_t = \frac{A \sin[\omega t + \alpha + \beta - \beta]}{B \sin(\omega t + \beta)} = \frac{A [\sin(\omega t + \beta) \cos(\alpha - \beta) + \cos(\omega t + \beta) \sin(\alpha - \beta)]}{B \sin(\omega t + \beta)}$$

$$C_t = \frac{A}{B} [\cos(\alpha - \beta)] + \frac{A}{B} \sin(\alpha - \beta) \cot(\omega t + \beta)$$

φ = |α - β| ≤ π/2 jeri φ < π/2 sinusoida...
gdy |φ| = π/2 to sinusoida...
gdy |φ| > π/2 to sinusoida...





$$\frac{\hat{U}_t}{\hat{I}_t} = \frac{U_m e^{j(\omega t + \alpha_u)}}{I_m e^{j(\omega t + \alpha_i)}} = \frac{\hat{U}_m e^{j\alpha_u}}{\hat{I}_m e^{j\alpha_i}} = \frac{\hat{U}_m}{\hat{I}_m} e^{j(\alpha_u - \alpha_i)} = \hat{Z}$$

$$\hat{Z} = \frac{U_m e^{j\alpha_u}}{I_m e^{j\alpha_i}} = \frac{U_m}{I_m} e^{j(\alpha_u - \alpha_i)} = \frac{U_m}{I_m} e^{j\varphi}$$

$$\varphi = \varphi_i = \alpha_u - \alpha_i$$

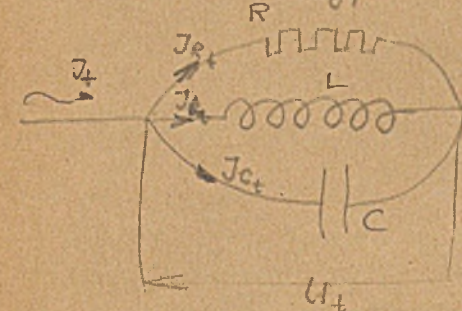
$$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U}{I}$$

Ustanowienie składowej w postaci stałej

Z symboliczne podaje stromach wartosci skut, $\frac{U}{I}$ i kąt przesunięcia sinusoidalnego wgl, sinusoidalny prąd.

10. VI. 1948r.

Metoda symboliczna w zastawianiu do układu trójfazowego.



$$\hat{I}_t = \hat{I}_{R_t} + \hat{I}_{L_t} + \hat{I}_{C_t}$$

$$\frac{\hat{I}_t - \check{I}_t}{2j} = \frac{\hat{I}_{R_t} - \check{I}_{R_t}}{2j} + \frac{\hat{I}_{L_t} - \check{I}_{L_t}}{2j} + \frac{\hat{I}_{C_t} - \check{I}_{C_t}}{2j}$$

$$\hat{I}_t - \check{I}_t = (\hat{I}_{R_t} - \check{I}_{R_t}) + (\hat{I}_{L_t} - \check{I}_{L_t}) + (\hat{I}_{C_t} - \check{I}_{C_t})$$

$$\hat{I}_t = \hat{I}_{R_t} + \hat{I}_{L_t} + \hat{I}_{C_t} \quad @$$

$$\check{I}_t = \check{I}_{R_t} + \check{I}_{L_t} + \check{I}_{C_t}$$

$$\hat{I}_t = \hat{U}_t \cdot G + \frac{1}{L} \int \hat{U}_t dt + C \frac{d\hat{U}_t}{dt}$$

$$\hat{I}_t = \hat{U}_t G + \frac{1}{jL\omega} \hat{U}_t + jC\omega \hat{U}_t$$

$$\hat{I}_t = \hat{U}_t \left\{ G + j \left(C\omega - \frac{1}{\omega L} \right) \right\}$$

$$U_t = U_m \sin(\omega t + \beta)$$

$$\check{I}_{R_t} = \check{U}_t \cdot G$$

$$\check{I}_{L_t} = \frac{1}{L} \int \check{U}_t dt$$

$$\check{I}_{C_t} = C \frac{d\check{U}_t}{dt}$$

$$\hat{A}_t = A \cos \omega t + j A \sin \omega t$$

$$\check{A}_t = A \cos \omega t - j A \sin \omega t$$

$$\hat{A}_t - \check{A}_t = 2j A \sin \omega t$$

$$\frac{\hat{A}_t - \check{A}_t}{2j} = A \sin \omega t$$

$$\hat{U}_t = \hat{U}_m e^{j\omega t}$$

$$\hat{U}_m = U_m e^{j\beta}$$

metoda symboliczna w zastawianiu do układu trójfazowego

$$\hat{J}_t = \hat{U}_t \left\{ G + j \left(C\omega - \frac{1}{L\omega} \right) \right\}$$

$$G + j \left(C\omega - \frac{1}{L\omega} \right) = \hat{Y} \quad \text{admitancija,}$$

przewodność
rezonans

$$\hat{J}_t = \hat{U}_t \cdot \hat{Y}$$

$$\hat{J}_t = \hat{J}_m e^{j\omega t} \quad ; \quad \hat{J}_m = J_m e^{j\alpha}$$

$$\hat{U}_t = \hat{U}_m e^{j\omega t} \quad ; \quad \hat{U}_m = U_m e^{j\beta}$$

$$\hat{J}_m e^{j\omega t} = \hat{U}_m e^{j\omega t} \cdot \hat{Y}$$

$$\hat{J}_m = \hat{U}_m \hat{Y} \quad | : \sqrt{2}$$

$$\hat{J} = \hat{U} \cdot \hat{Y} \quad \hat{Y} = Y e^{j\phi_u}$$

Dla układu neregularnego.

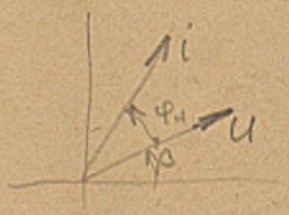


+ $\phi_i \rightarrow \phi_{ind}$
- $\phi_i \rightarrow \phi_{proj}$

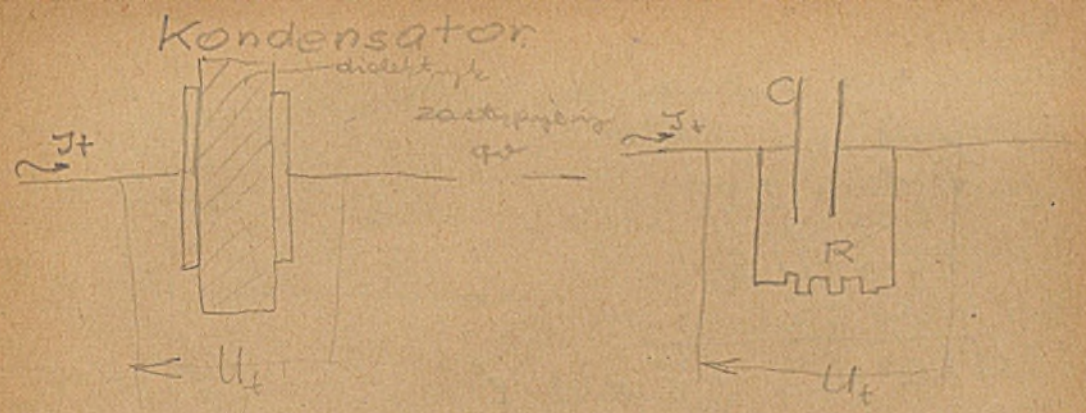
$$\phi_u = -\phi_i$$

$$\phi_i = -\phi_u$$

Układ równoległy.



+ $\phi_u \rightarrow \phi_{proj}$
- $\phi_u \rightarrow \phi_{ind}$



Rezonans-układu idealnego.

- $C\omega = \frac{1}{L\omega}$ układ rezonansowy
- $S = C\omega - \frac{1}{L\omega}$ susceptancja
- $R = \text{opór czynny} = \text{rezystancja}$
- $S = S_C - S_L$
- $L\omega = X_L$ indukcyjność = opór indukcyjny
- $\frac{1}{C\omega} = X_C$ pojemność = opór pojemnościowy
- $X = X_L - X_C$ opór reakcyjny = reaktancja
- $Z = \text{impedancja} = \text{opór pozorny}$
- układ równoległy.
- $G = \text{przewodność czynna, konduktancja}$
- $S_L = \frac{1}{L\omega} = -$ - indukcyjna
- $S_C = C\omega = -$ - pojemnościowa
- $S = S_C + S_L = -$ - reakcyjna = susceptancja
- $Y = \frac{1}{Z} = -$ - rezonans = admitancja

Wzory.

Dla wartości skutecznej.

$$J_R = U \cdot G$$

$$J_L = U \cdot \frac{1}{L\omega} = U \cdot S_L$$

$$J_C = U \cdot C\omega = U \cdot S_C$$

Prąd całkowity

$$J = U \sqrt{G^2 + (C\omega - \frac{1}{L\omega})^2} = U \cdot Y$$

$$Y = \sqrt{G^2 + (C\omega - \frac{1}{L\omega})^2}$$

Dla wartości symbolicznych.

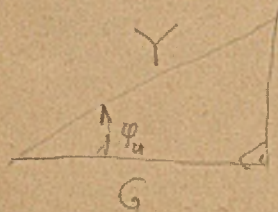
$$\hat{J}_R = \hat{U} \cdot G = U_m \cdot G \cdot e^{j\beta}$$

$$\hat{J}_L = \hat{U} \cdot \frac{1}{jL\omega} = U_m \frac{1}{L\omega} \cdot e^{j(\beta - \frac{\pi}{2})}$$

$$\hat{J}_C = \hat{U} \cdot jC\omega = U_m \cdot C\omega \cdot e^{j(\beta + \frac{\pi}{2})}$$

$$\hat{J} = \hat{U} [G + j(C\omega - \frac{1}{L\omega})]$$

$$\hat{Y} = G + j(C\omega - \frac{1}{L\omega}) = G + jS$$



$$S = S_C - S_L \quad \varphi_u = \arctg \frac{S}{G}$$

$$\varphi_u = \arctg \frac{C\omega - \frac{1}{L\omega}}{G}$$

Rezonans układu równoległego idealnego

$$C\omega = \frac{1}{L\omega}; \quad \varphi_u = 0$$

Możemy powiedzieć, że prąd i napięcie nie ma kąta. Sinusoidea prądu i sinusoidea napięcia są ze sobą w fazie.

$$J = U \sqrt{G^2 + (C\omega - \frac{1}{L\omega})^2}$$

$$J = UG \quad \text{minimum prądu}$$

$$J_{\text{akt}} = J_{\text{min}}$$

Charakterystyczne cechy:

1). $C\omega = \frac{1}{L\omega}$

2). Sinusoidea napięcia i sinusoidea prądu są ze sobą w fazie; $\varphi_u = 0$.

3). Przy danych napięciu U_e i danej przewodności G prąd J osiąga jego wartość ostateczną minimum. $J = UG = J_{\text{min}}$.

4). Charakterne wartości prądu J_L i J_C są sobie równe.

5).



$$\omega = 2\pi f$$
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$0 = J_C - J_L = J_C - J_C = 0$$

Sinusoidea prądu J_L i J_C jest równa 0.

Sinusoidea prądu J_L i sinusoidea prądu J_C jest przesunięta o 180° .

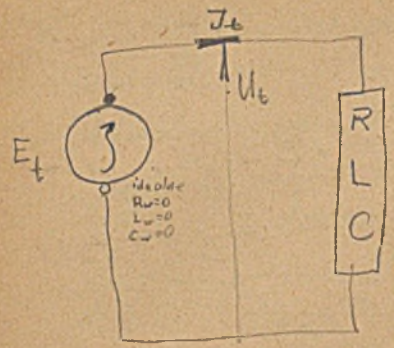
6). rezonans atony jest przyres dobowy ω .

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

lub przyres pojemności

$$C = \frac{1}{L\omega^2} \quad \text{lub przyres } L = \frac{1}{C\omega^2}$$

15. VI. 1948r.



$U_t = E_t$ dla $R_w = 0$
 $L = 0$
 $C = 0$

$U_t = J_t R + L \frac{dJ_t}{dt} + \frac{1}{C} \int J_t dt$

Równanie
 J_{ut} przedstolemy
 jako sumę E_t i od R, L, C
 I_{zt} przed zaburzeniem
 nie zawierającym SEM E_t

Przy sinusoidalnym przebiegu SEM E_t
 $E_t = \frac{\sqrt{2} E}{\sqrt{2}} \sin(\omega t + \beta)$

$J_{ut} = \sqrt{2} J \sin(\omega t + \beta - \varphi)$ $\tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$

Przed zaburzeniem jest zanikający.

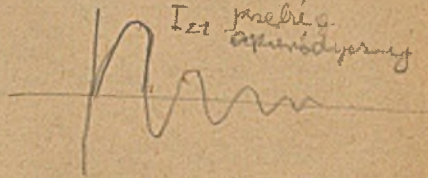
dla sinusoidalnych przebiegów.

$\tilde{U}_t = \tilde{J}_{ut} R + L \frac{d\tilde{J}_{ut}}{dt} + \frac{1}{C} \int \tilde{J}_{ut} dt$

$\tilde{J}_t = \tilde{J}_m \sin(\omega t + \beta - \varphi)$
 $\frac{1}{\sqrt{2}} J$

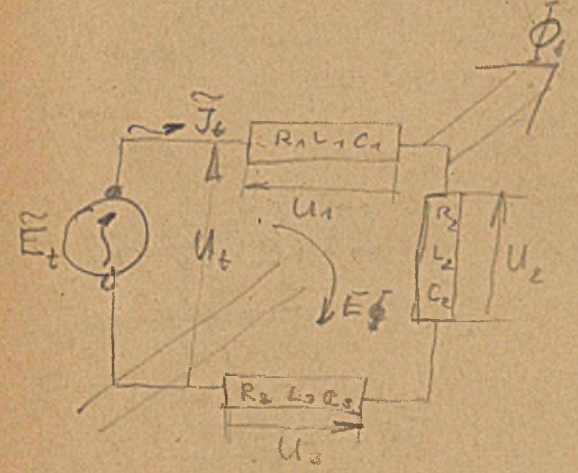
$\hat{U}_t = \hat{J}_t R + L \frac{d\hat{J}_t}{dt} + \frac{1}{C} \int \hat{J}_t dt$

$\hat{U}_t = \hat{J}_t \{ R + j(L\omega - \frac{1}{C\omega}) \} = \hat{J}_t (R + jX) = \hat{J}_t \cdot \hat{Z}$
 $X = L\omega - \frac{1}{C\omega}$



$\hat{U}_m e^{j\omega t} = \hat{J}_m e^{j\omega t} \hat{Z}$
 $\hat{U} = \hat{J} \cdot \hat{Z}$

$\hat{Z} = R + j(L\omega - \frac{1}{C\omega})$
 $\hat{Z} = R - j(L\omega - \frac{1}{C\omega})$
 $Z^2 = \hat{Z} \cdot \hat{Z} = R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2$
 $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$



$U_t = J_t (R_1 + R_2 + R_3) + (L_1 + L_2 + L_3) \frac{dJ_t}{dt} + (\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}) \int J_t dt$

$U_t = U_{1t} + U_{2t} + U_{3t}$

$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

$U_{1t} = J_t R_1 + L_1 \frac{dJ_t}{dt} + \frac{1}{C_1} \int J_t dt$

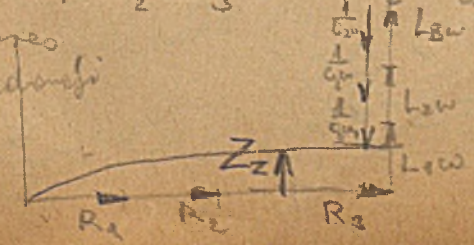
$U_{2t} = J_t R_2 + L_2 \frac{dJ_t}{dt} + \frac{1}{C_2} \int J_t dt$

$U_{3t} = J_t R_3 + L_3 \frac{dJ_t}{dt} + \frac{1}{C_3} \int J_t dt$

$\hat{U} = \hat{U}_1 + \hat{U}_2 + \hat{U}_3 = \hat{J} (\hat{Z}_1 + \hat{Z}_2 + \hat{Z}_3) = \hat{J} \cdot \hat{Z}$

$\hat{Z}_2 = \hat{Z}_1 + \hat{Z}_2 + \hat{Z}_3 = (R_1 + R_2 + R_3) + j[\omega(L_1 + L_2 + L_3) - \frac{1}{\omega}(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3})]$

Wybierz impedancje



$\tan \varphi_z = \frac{L_1\omega + L_2\omega + L_3\omega - \frac{1}{\omega C_1} - \frac{1}{\omega C_2} - \frac{1}{\omega C_3}}{R_1 + R_2 + R_3}$

$\hat{Z} = Z e^{+j\varphi_z} = Z \cos \varphi_z + j Z \sin \varphi_z$

Φ = strumień magnetyczny

$$E_{\mathcal{F}} = \frac{d\Phi}{dt} \cdot z \cdot 10^{-8} \text{ V} = \Phi_m \omega \cos(\omega t + \alpha) \cdot z \cdot 10^{-8}$$

$(z \cdot 10^{-8} \cdot \Phi_m \omega)$ = amplituda sinusoidy

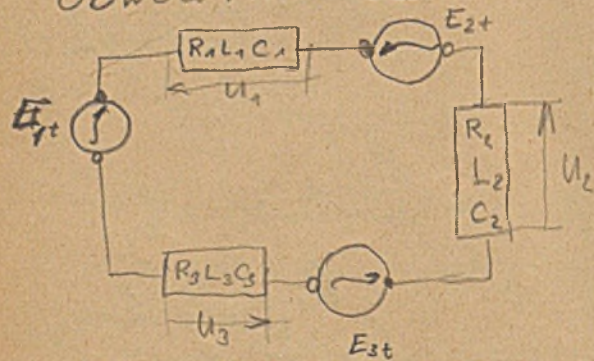
$z = 1$

$\omega = 2\pi f$

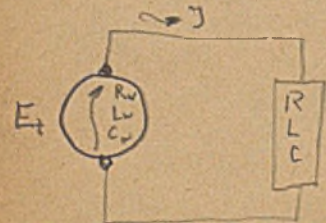
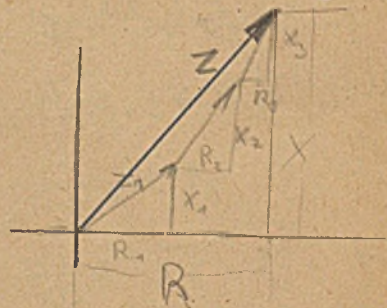
$E_m = \Phi_m \omega \cdot 10^{-8} \text{ V}$
 napięcie

$E = \Phi_m \frac{\omega}{\sqrt{2}} \cdot 10^{-8} \text{ V}$

Obwód kilku SEIM



$\hat{J} = \frac{\hat{E}_1 - \hat{E}_2 - \hat{E}_3}{\hat{Z}_1 + \hat{Z}_2 + \hat{Z}_3}$



$\hat{J} = \frac{\hat{E}}{\hat{Z}_W + \hat{Z}}$

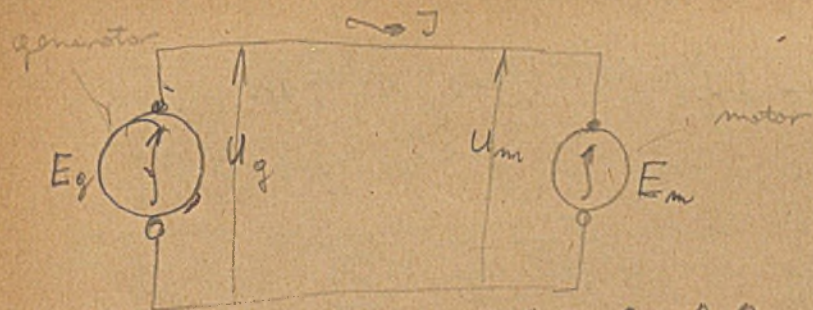
$\hat{Z}_2 = R_2 + j(L_2\omega - \frac{1}{C_2\omega})$

$\hat{Z}_W = R_W + j(L_W\omega - \frac{1}{C_W\omega})$

$\hat{U} = \hat{E} - \hat{J}\hat{Z}$

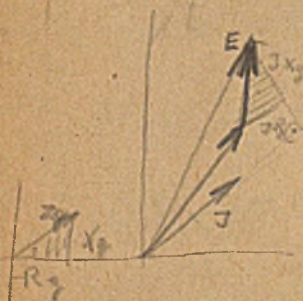
$J = \frac{E}{R_W + R_2}$

Należy pamiętać
 o kierunku
 i bez zabierać.

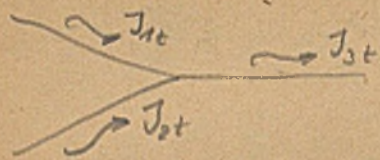


$\hat{U}_g = \hat{E} - \hat{J}\hat{Z}_g$
 dla generatora

$\hat{U}_m = \hat{E} + \hat{J}\hat{Z}_m$
 dla motora



Równania Kirchhoffa dla prądów zm. sin.



$$J_{1t} + J_{2t} = J_{3t}$$

$$J_{1t} + J_{2t} - J_{3t} = 0$$

$$\boxed{\sum J_t = 0}$$



$$J_t = \frac{d\psi}{dt}$$

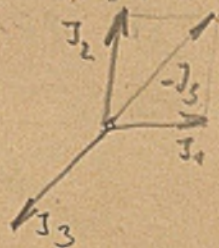
$$\sum J_t = \frac{d\psi_t}{dt}$$

czyli
kierunek

$\sum \tilde{J}_t = 0$ o tej samej częstotliwości

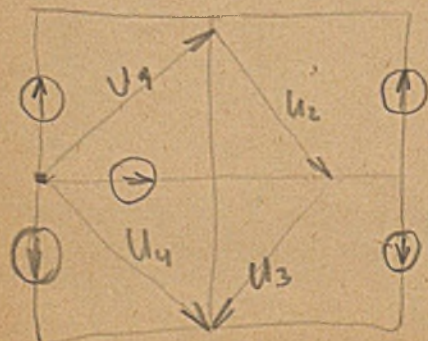
$$\sum \hat{J}_t = 0$$

$$\boxed{\sum \hat{J} = 0}$$



$$\hat{J}_1 + \hat{J}_2 + \hat{J}_3 = 0$$

$$\hat{J}_1 + \hat{J}_2 = \hat{J}_3$$

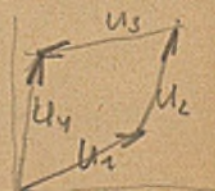


$$\sum U_t = 0$$

$$\sum \tilde{U}_t = 0$$

$$\boxed{\sum \hat{U} = 0}$$

$$\hat{U}_1 + \hat{U}_2 + \hat{U}_3 - \hat{U}_4 = 0$$



$$\boxed{\sum \hat{J} \hat{Z} = \sum \hat{E}}$$

dla prądów stałych

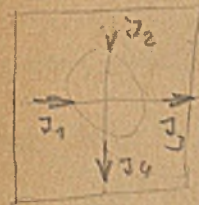
$$1) \sum J = 0$$

$$2) \sum J R = \sum E; \sum U = 0$$

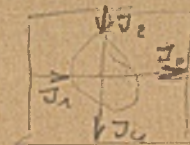
dla prądów zmiennych sinusoidalnych

$$\sum \hat{J} = 0$$

$$\sum \hat{J} \hat{Z} = \sum \hat{E}; \sum \hat{U} = 0$$



$$J_1 + J_2 - J_3 - J_4 = 0$$



$$\hat{U}_1 + \hat{U}_2 + \hat{U}_3 - \hat{U}_4 = 0$$

Równania Maxwella i wersje Coltriego analogiczne do prądów stałych, czyli notowania na symbolach wartości

$$R_1 = 6 \Omega \quad L = 24H \quad C = 3F \quad \omega = 2\pi \cdot 50 = 100\pi$$

$$\hat{Z}_1 = 6 + j(2 \cdot 100\pi - \frac{1}{3 \cdot 100\pi})$$

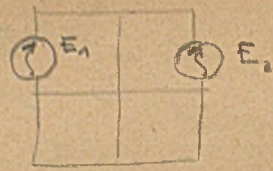
17.VI.1948r.

1) $\sum J = 0$

2) $\sum JR = \sum E$

3) $\sum \hat{J} = 0$

4) $\sum \hat{J}\hat{Z} = \sum \hat{E}$



Frekwencja ta sama dla wszystkich sił elektrycznych prądów

$E_{1t} = \sqrt{2} E_1 \sin(\omega t + \beta_1)$

$E_{2t} = \sqrt{2} E_2 \sin(\omega t + \beta_2)$

$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

Wartości skuteczne SEM

można obliczyć za pomocą symetrii

$\hat{J}_1 + \hat{J}_2 + \hat{J}_3 + \hat{J}_4 = 0$

$J_1 e^{j\omega t} + J_2 e^{j\omega t} + J_3 e^{j\omega t} + J_4 e^{j\omega t} = 0$

Dla wszystkich obwodów sin.

zamiast napięć SEM

o tych samych frekwencjach przyjmujemy, że obliczamy

od wartości el. magn.

przy założeniu, że nie ma RC

i że chodzi o wartości

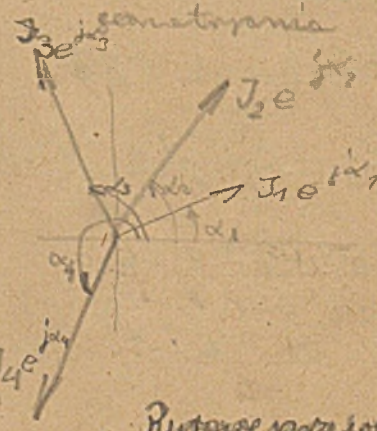
średnie, że te obwody

podlegają prawom

Kirchoffa $f=50$

1) $\sum \hat{J} = 0$

2) $\sum \hat{J}\hat{Z} = \sum \hat{E}$

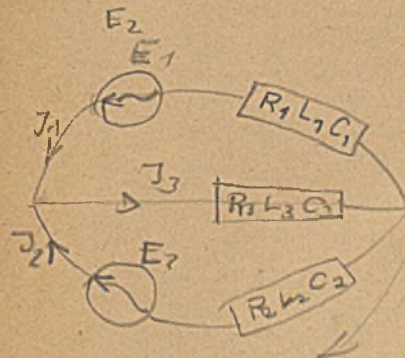
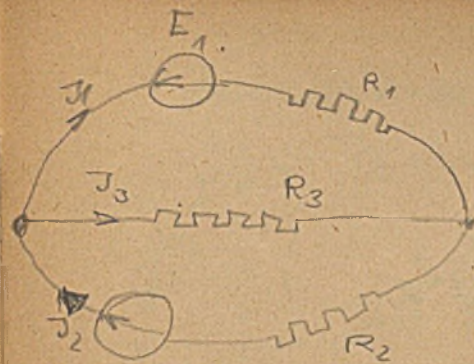


Przewody prądowe.

1) b. wys. magnetyczna

2) przy wys. frekwencji

3) przy wielkich granicach składowej wzdł. lub poprz.



$J_1 = \frac{E_1(R_2 + R_3) - E_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$

$J_3 = \frac{E_2(R_2 + R_3) - E_1 R_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$

$J_2 = J_1 + J_3 = \frac{E_1 R_2 + E_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$

$J_2 = J_{11} + J_{12}$

$J_{11} = \frac{E_1(R_2 + R_3)}{M}$

$J_{12} = \frac{-E_1 R_3}{M}$

1) $J_1 + J_2 - J_3 = 0$

2) $E_1 - J_1 R_1 - J_3 R_3 = 0$

3) $E_2 - J_2 R_2 - J_3 R_3 = 0$

1) $\hat{J}_1 + \hat{J}_2 - \hat{J}_3 = 0$

2) $E_1 - \hat{J}_1 \hat{Z}_1 - \hat{J}_3 \hat{Z}_3 = 0$

3) $E_2 - \hat{J}_2 \hat{Z}_2 - \hat{J}_3 \hat{Z}_3 = 0$

$\hat{J}_1 = \frac{E_1(\hat{Z}_2 + \hat{Z}_3) - E_2 \hat{Z}_3}{\hat{Z}_1 \hat{Z}_2 + \hat{Z}_1 \hat{Z}_3 + \hat{Z}_2 \hat{Z}_3}$

$\hat{J}_2 = \frac{E_2(\hat{Z}_1 + \hat{Z}_3) - E_1 \hat{Z}_3}{\hat{Z}_1 \hat{Z}_2 + \hat{Z}_1 \hat{Z}_3 + \hat{Z}_2 \hat{Z}_3}$

$\hat{J}_3 = \frac{E_1 \hat{Z}_2 + E_2 \hat{Z}_1}{\hat{Z}_1 \hat{Z}_2 + \hat{Z}_1 \hat{Z}_3 + \hat{Z}_2 \hat{Z}_3}$

Memoriale

$J_1 = J_{11} + J_{12}$

$\phi_2 = E_1 A_1 + E_2 A_2$

Prawo superpozycji prądów

Prąd w obwodzie bilku SEM ma taką składową jak jest SEM.



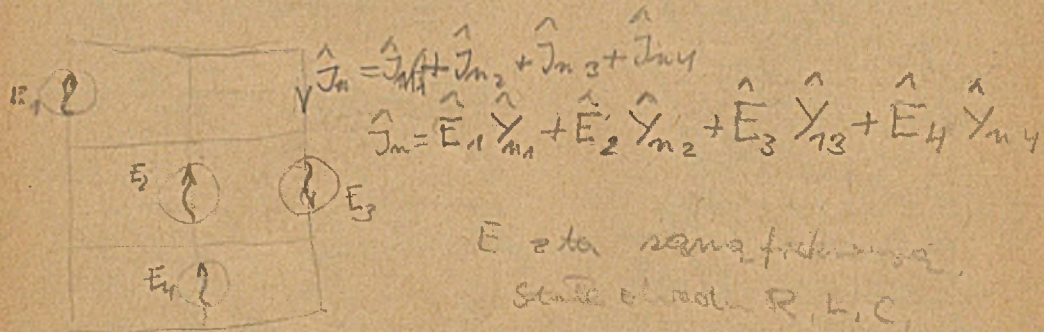
$J_m = J_{m1} + J_{m2} + J_{m3} + J_{m4}$

Każda SEM to obwód prądu stałego działający tak, jakby innych źródeł obwodzie nie było. Pomagające elementy składają się na:

$$\hat{J}_{11} = \frac{\hat{E}_1 (\hat{Z}_1 + \hat{Z}_2)}{\hat{M}} \quad ; \quad \hat{J}_{12} = \frac{-\hat{E}_2 \hat{Z}_3}{\hat{M}}$$

$$\hat{J}_2 = \hat{J}_{21} + \hat{J}_{22}$$

$$\hat{J}_{21} = \frac{\hat{E}_2 (\hat{Z}_1 + \hat{Z}_3)}{\hat{M}} \quad ; \quad \hat{J}_{22} = \frac{-\hat{E}_1 \hat{Z}_3}{\hat{M}}$$



E to sta. sama, funkcyjna.
 Stałe obwod. R, L, C.

R = const, L = const, C = const.
 Dla tego przypadek
 wzoru stosować zasadę
 superpozycji.

$$U = R_2 \left(\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} \right)$$

$$\hat{U} = \hat{Z}_2 \left(\frac{\hat{E}_1}{\hat{Z}_1} + \frac{\hat{E}_2}{\hat{Z}_2} \right)$$

$$U = R_2 \frac{E_1}{R_1} + R_2 \frac{E_2}{R_2}$$

$$U = E_1 \left(\frac{R_2}{R_1} \right) + E_2 \frac{R_2}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{\hat{Z}_2} = \frac{1}{\hat{Z}_1} + \frac{1}{\hat{Z}_2} + \frac{1}{\hat{Z}_3}$$

$$U = E_1 D_1 + E_2 D_2$$

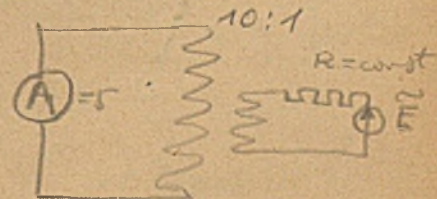
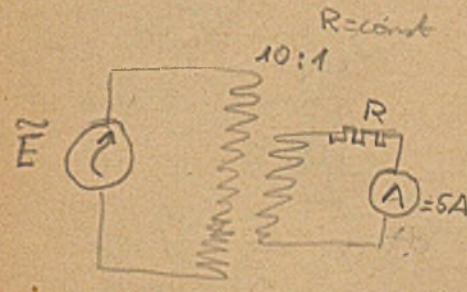
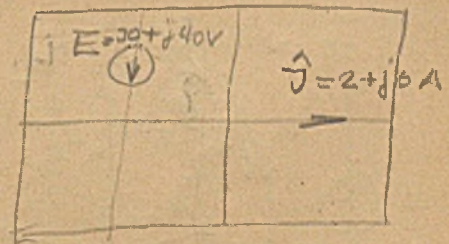
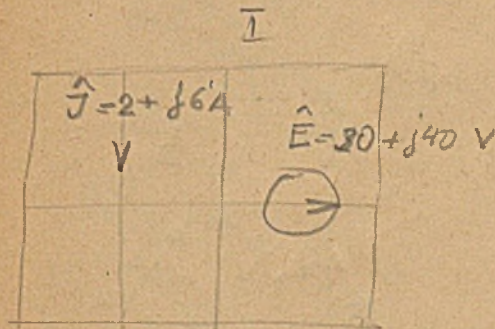
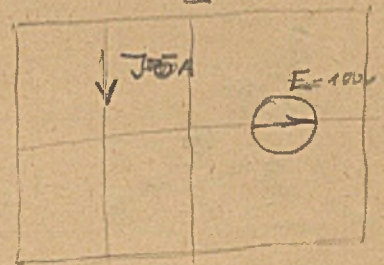
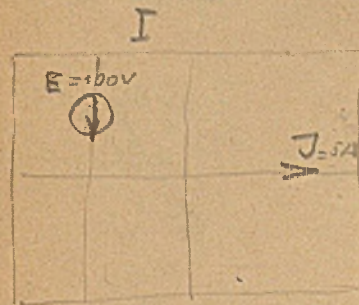
$$\hat{U} = \hat{E}_1 \hat{D}_1 + \hat{E}_2 \hat{D}_2$$

Zasada wzajemności obwodów sinusoidalnych.

$$\hat{Z}_1 = \text{const}$$

$$\hat{Z}_2 = \text{const}$$

$$\hat{Z}_3 = \text{const}$$



$$\hat{J}_{ab} = \hat{J}_{cd}$$

$$\hat{J}_{ab} e^{j\alpha} = \hat{J}_{cd} e^{j\alpha}$$

$$\hat{J}_{ab} = \hat{J}_{cd}$$

$$\hat{A} = \hat{B}$$

$$A e^{j\alpha} = B e^{j\alpha}$$

$$\frac{A}{e^{j\alpha}} = \frac{B}{e^{j\alpha}}$$

$$\alpha = \beta$$

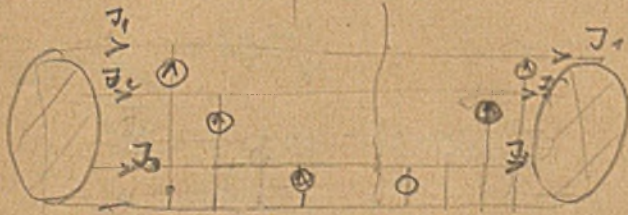
Zasada wyodrębnienia dla prądów sin.



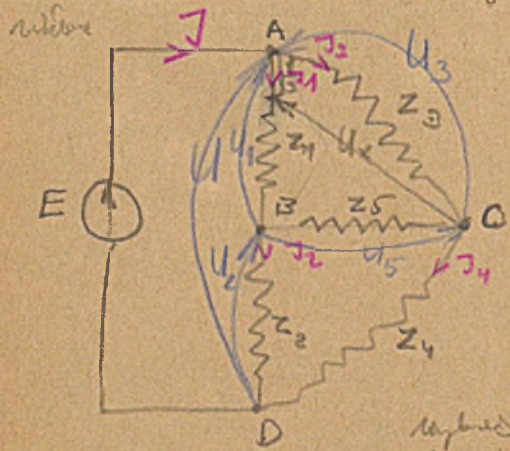
$$\hat{P} = \hat{E}_1 \hat{J}_1 + \hat{E}_2 \hat{J}_2 + \hat{E}_3 \hat{J}_3$$

$$\hat{J}_1 = 20 + j30$$

$$\hat{J}_2 = 20 - j30$$



Topograficzne wykresy potencjalne



$$\hat{U} + \hat{U}_1 - \hat{U} = 0$$

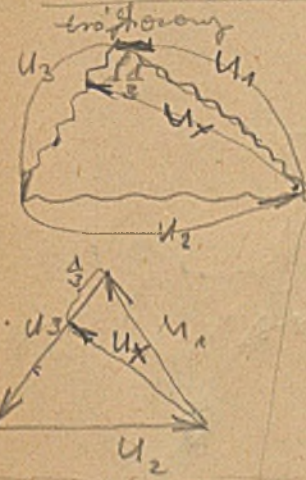
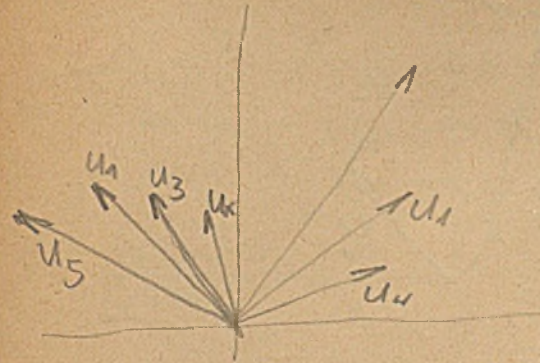
Wzrost topograficzny

$$\hat{U}_4 + \hat{U}_3 - \hat{U} = 0$$

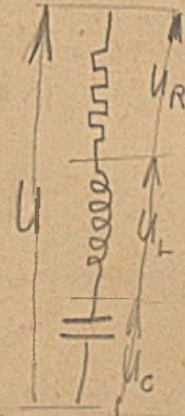
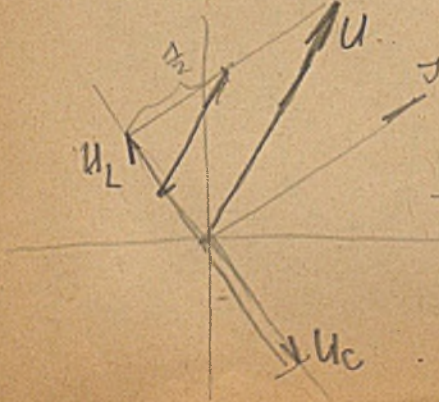
$$\hat{U} + \hat{U}_5 - \hat{U}_2 = 0$$

$$\hat{U}_5 + \hat{U}_1 - \hat{U}_3 = 0$$

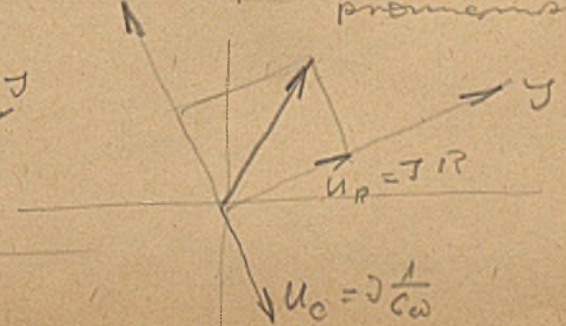
Wykres promienisty



topograficzny

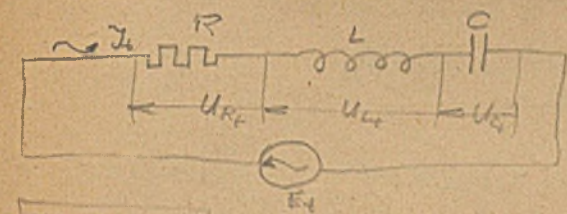


promienisty



$$U_C = j \frac{1}{\omega C}$$

Moc, energia, praca w układzie sinusoidalnym.



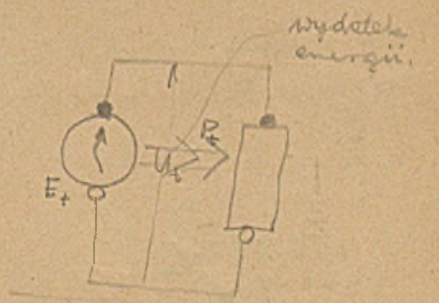
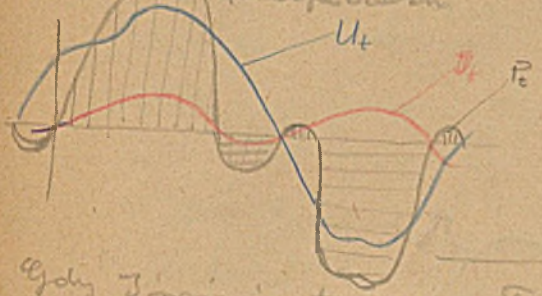
$$U_R = I_s \cdot R$$

$$U_L = I_s \cdot L \omega$$

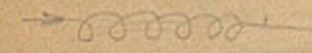
$$U_C = I_s \cdot \frac{1}{C \omega}$$

$$U = I_s \cdot Z ; Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

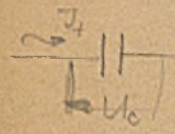
$P_T = U_C \cdot I_s$ moc jako funkcja czasu



gdy I sinus to cewka ładuje się energią pola magnet.



jeżeli U sinus to kondensator ładuje się energią pola elektrycznego.

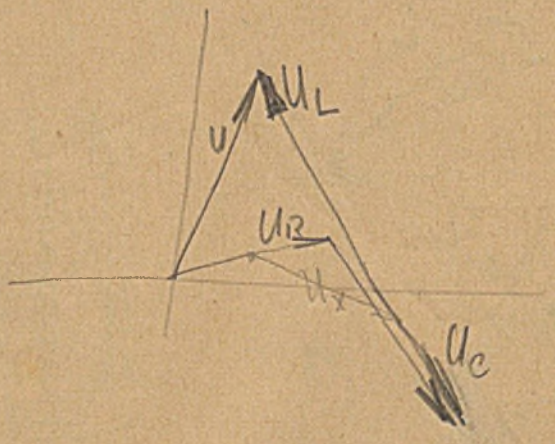
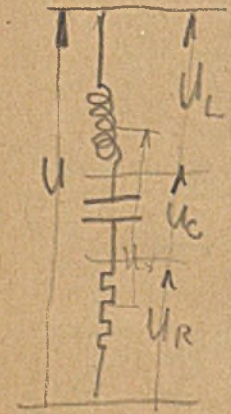
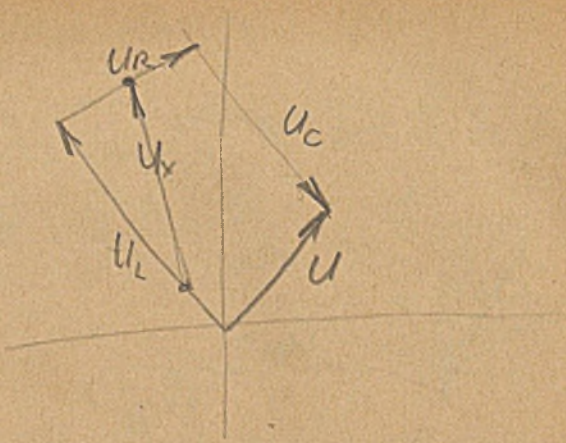
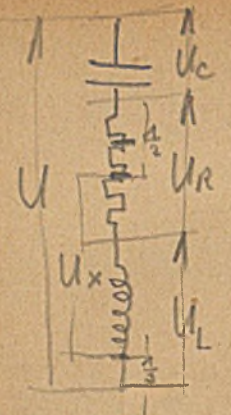


Wykresie średnie przedstawiają moc, a powierzchnie



praca $A = \int_{t_1}^{t_2} U_C I_s dt$

dla oporu ohmicznego moc dodatnia jest zawsze oddaniem energii którą zamienia w ciepło na ciepło Joule'a



Dla przebiegu sinusoidalnego:

$$P_t = U_t \cdot I_t = \sqrt{2} \cdot U_t \sin(\omega t + \alpha_u) \sqrt{2} \cdot I_t \sin(\omega t + \alpha_i)$$

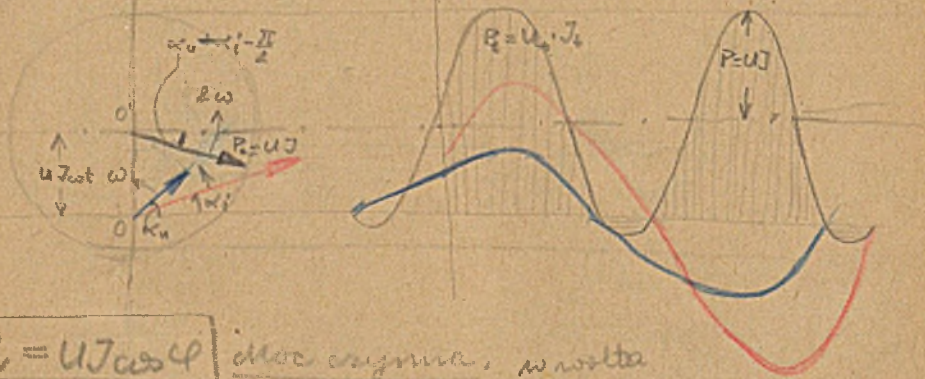
$$P_t = U_t I_t \cos(\alpha_u - \alpha_i) - U_t I_t \cos(2\omega t + \alpha_u + \alpha_i)$$

$P_p =$ moc pozorna

$$P_t = P_p \cos \varphi + P_p \sin(2\omega t + \alpha_u - \alpha_i - \frac{\pi}{2})$$

$$P_p = U \cdot I \text{ VA woltamper. Moc pozorna.}$$

Jest miarodajne dla wielkości budowlanej odbiorników i generatorów.



$$P_w = UI \cos \varphi \text{ moc czynna, w watach}$$

Jest miarodajne dla energii

średnia wartość mocy $P_w = \frac{1}{T} \int P_t dt = \frac{1}{T} \int U_t I_t dt = \frac{1}{T} \int UI \cos \varphi dt$

$P_w =$ średnia algebraiczna z funkcji mocy jako funkcji czasu

$$+ \frac{1}{T} \int UI \sin(2\omega t + \alpha_u + \alpha_i - \frac{\pi}{2}) dt = 0$$

$$P_w = UI \cos \varphi \quad \cos \varphi = \text{spółczynnik mocy}$$

Przy odbiornikach, które nie przesuwają prądu wzgl. napięcia, czyli mają $\cos \varphi = 1$ moc pozorna = moc czynna

$$1 = \cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi$$

$$(UI)^2 = (UI)^2 \cos^2 \varphi + (UI)^2 \sin^2 \varphi$$

$$P_p^2 = P_w^2 + P_b^2 \quad \text{Podstawowe równanie mocy}$$

$P_b =$ moc bierna

$$P_b = UI \sin \varphi \text{ Moc bierna VAR (reaktyw)}$$

$$\frac{P_b}{P_p} = \tan \varphi$$

$$P_b = \sqrt{P_p^2 - P_w^2}$$

$$P_p = \sqrt{P_w^2 + P_b^2}$$

$P_t = U_t \cdot I_t$ moc jako funkcja czasu

$P_p = UI$ - - - pozorna V.A.

$P_w = UI \cos \varphi$ moc czynna W

$P_b = UI \sin \varphi$ - - - bierna VAR

Moc:

19.11.1048n

1) $P_t = U_t \cdot I_t$

2) $P_p = UI \quad U = \sqrt{\frac{1}{T} \int U_t^2 dt}; \quad I = \sqrt{\frac{1}{T} \int I_t^2 dt}$

3) $P_w = UI \cos \varphi \quad \cos \varphi =$

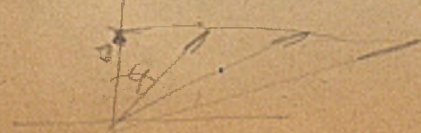


$$P_w = UI \cos \varphi$$

U napięcie

$$P_w = UI \cos \varphi = \text{const}$$

gdyż przesunięcie faz jest 90° to moc czynna jest równa 0.



$$P_w = UI \cos \varphi$$

Motor asynchroniczny prędkość $n = 23 - 900$
 Ciężar własny $0,86$
 Prędkość $0,80 - 0,70$

$$J = \frac{30000}{0,7} \approx 45000 \text{ A}$$

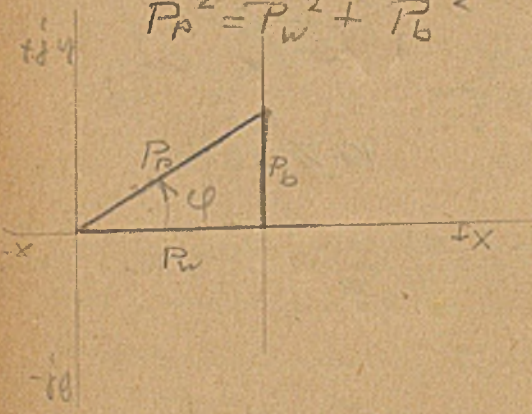
Jeżeli $\frac{U_t}{J_t} = R_t + P_{\text{const}}$; wtedy $\frac{U_t}{J_t} = R = \text{const}$
 $k < 1$ $k = 1$

Jeżeli nie zależy od ω
 to $R = \text{const}$.

$P_b = U J \sin \phi = \text{moc bieżąca}$

$$U J^2 = U J \cos \phi^2 + (U J \sin \phi)^2$$

$$P_p^2 = P_w^2 + P_b^2$$



$$\hat{P}_p = P_w + j P_b$$

$$\hat{U} = U e^{j\alpha} \quad \hat{J} = J e^{j\beta}$$

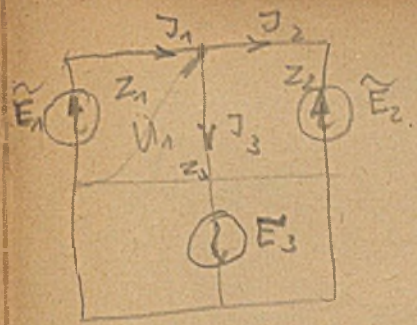
$$\hat{P}_p = \hat{U} \cdot \hat{J} \quad \hat{J} = J e^{-j\beta}$$

$$\hat{P}_p = U e^{j\alpha} \cdot J e^{-j\beta} = U J e^{j(\alpha - \beta)}$$

$$\hat{P}_p = U J e^{j\phi} = U J \cos \phi + j U J \sin \phi$$

$$\hat{P}_p = P_w + j P_b$$

obowiązuje dla prądów i mocy w obwodach



Jeśli obie SEM mają linealną charakterystykę to otrzymamy prawo obrotowe; jeśli mamy obie frekwencje; Prawo mocy w obwodzie stałym przedstawia się następująco:

$$\hat{J}_1, \hat{J}_2, \hat{U}_3$$

$$\hat{U}_1 = \hat{E} - \hat{J} \hat{Z} \quad \hat{U}_3 = \hat{J}_3 \hat{Z}_3$$

$$\hat{P}_1 = \hat{U}_1 \cdot \hat{J}_1$$

$$\hat{P}_3 = \hat{U}_3 \cdot \hat{J}_3$$

Prawo zachowania mocy.

Dla całej sieci obowiązuje następujące prawo zachowania mocy:

$$\sum \hat{P} = 0$$

główna moc symboliczna równa się 0.

$$\hat{P}_1 + \hat{P}_2 + \hat{P}_3 + \dots + \hat{P}_n = 0$$

$$\hat{P}_n = P_w + j P_b$$

to moi obowiązuje

$$1. \sum P_w = 0$$

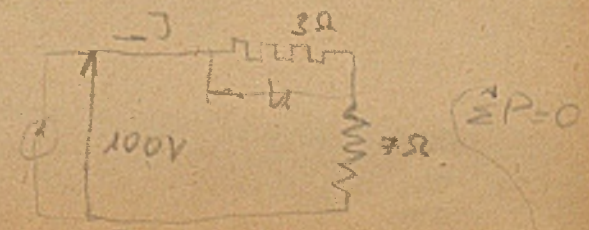
także dla prądów stałych.

$$2. \sum P_b = 0$$

$$J = \frac{U}{R_c} = \frac{100}{10} = 10 \text{ A}$$

$$U_1 = J \cdot R_1 = 10 \cdot 3 = 30 \text{ V}$$

$$U_2 = J \cdot R_2 = 10 \cdot 7 = 70 \text{ V}$$

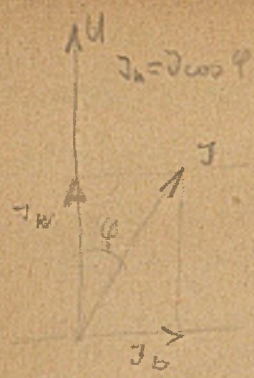


$$P_0 = U J = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ W}$$

$$P_1 = U_1 J = 30 \cdot 10 = 300 \text{ W}$$

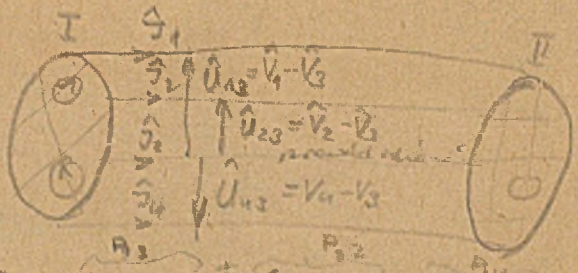
$$P_2 = U_2 J = 70 \cdot 10 = 700 \text{ W}$$

$$\sum P = 0$$



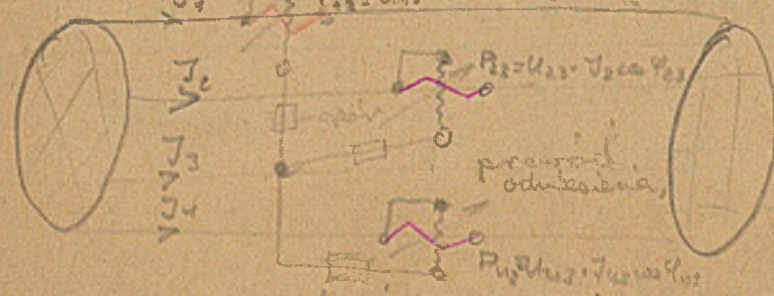
$$\sum U J \cos \varphi = 0$$

$$\sum U J \sin \varphi = 0$$



$$\hat{P}_p = \hat{U}_{13} \vec{J}_1 + \hat{U}_{23} \vec{J}_2 + \hat{U}_{24} \vec{J}_3 = P_w + P_e$$

Wzrostanie natężenia



$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

Wzrostanie natężenia z zewnątrz

Do przeliczenia natężenia wewnątrz i zewnątrz na J_1 i J_2

Przebieg natężenia wewnątrz i zewnątrz

Praca elektryczna

$$A_w = P_w \cdot t \text{ godz.}$$

Wh kWh

$$A = \int_{t_1}^{t_2} P_w dt$$

dziwili na przedstawił
także na rejestrowa
przedstawił jako emiering

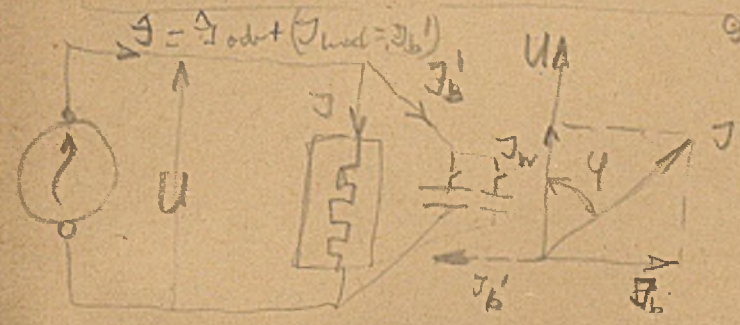


$$A_b = P_b \cdot t \text{ godz. VARh h VARh}$$

$$A = \int_{t_1}^{t_2} P_b dt$$

$$A_p = P_p \cdot t$$

$$A = \int_{t_1}^{t_2} P_p \cdot dt$$



Do przeliczenia natężenia i prądu

$$J_b = U C \omega$$

$$C = \frac{J_b}{U \omega}$$

$$C = \frac{P_b}{U^2 \omega}$$

$$C = \frac{J_b U}{U^2 \omega} = \frac{P_b}{U \omega}$$

TABLIÇA JEDNOSTEK

UKŁAD		GAUSS	ES (E)	EM (M)	PRAKT.	LORENTZ	PR. ZRACJ.
wielkość		cm g sek	cm g sek	cm g sek	cm g sek	cm g sek	\sqrt{A} cm sek
Długość	l	cm	cm	cm	cm	cm	cm
		centymetr	centymetr	centymetr	centymetr	centymetr	centymetr
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Masa	m	g	g	g	g	g	$\rho g = 10^7 g$
		gram	gram	gram	gram	gram	pragram
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	$(\sqrt{A} \text{ cm}^{-2} \text{ sek}^2)$
Czas	t	sek	sek	sek	sek	sek	sek
		sekunda	sekunda	sekunda	sekunda	sekunda	sekunda
		(sek)	(sek)	(sek)	(sek)	(sek)	(sek)
Siła	F	dyn	dyn	dyn	dyn	dyn	$\rho \text{ dyn} = 10^7 \text{ dyn}$
		dyna	dyna	dyna	dyna	dyna	pradyna
		(cm g sek^{-2})	(cm g sek^{-2})	(cm g sek^{-2})	(cm g sek^{-2})	(cm g sek^{-2})	$(\sqrt{A} \text{ cm}^{-1} \text{ sek})$
Praca, Energia	A, W	$\text{erg} = 10^{-7} \text{ J}$	$\text{erg} = 10^{-7} \text{ J}$	$\text{erg} = 10^{-7} \text{ J}$	$\text{J} = 10^7 \text{ erg}$	$\text{erg} = 10^{-7} \text{ J}$	$\text{J} = 10^7 \text{ erg}$
		erg	erg	erg	joule	erg	joule
		$(\text{cm}^2 \text{ g sek}^{-2})$	$(\text{cm}^2 \text{ g sek}^{-2})$	$(\text{cm}^2 \text{ g sek}^{-2})$	$(\text{cm}^2 \text{ g sek}^{-2})$	$(\text{cm}^2 \text{ g sek}^{-2})$	$(\sqrt{A} \text{ sek})$
Moc	P	$\Delta W = 10^{-7} W$	$\Delta W = 10^{-7} W$	$\Delta W = 10^{-7} W$	W	$\Delta W = 10^{-7} W$	W
		miniwatt	miniwatt	miniwatt	watt	miniwatt	watt
		$(\text{cm}^2 \text{ g sek}^{-3})$	$(\text{cm}^2 \text{ g sek}^{-3})$	$(\text{cm}^2 \text{ g sek}^{-3})$	$(\text{cm}^2 \text{ g sek}^{-3})$	$(\text{cm}^2 \text{ g sek}^{-3})$	(\sqrt{A})
Nabój elektr.	Q	$\epsilon C = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} C$	$\epsilon C = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} C$	$\mu C = 10 C$	C	$\epsilon C = \frac{1}{3\sqrt{4\pi}} \cdot 10^{-9} C$	C
		elektrocoulomb	elektrocoulomb	magnetocoulomb	coulomb	lorentzcoulomb	coulomb
		$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(A \text{ sek})$
Natężenie prądu	I	$\epsilon A = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} A$	$\epsilon A = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} A$	$\mu A = 10 A$	A	$\epsilon A = \frac{1}{3\sqrt{4\pi}} \cdot 10^{-9} A$	A
		elektroamper	elektroamper	magnetoamper	amper	lorentzampier	amper
		$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-2})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-2})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-2})$	(A)
Elektryzacja	P	$\epsilon R = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} R$	$\epsilon R = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} R$	$\mu R = 10 R$	R	$\epsilon R = \frac{1}{3\sqrt{4\pi}} \cdot 10^{-9} R$	R
		elektrowoland	elektrowoland	magnetowoland	rowland	lorentzowoland	rowland
		$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-3/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{-3/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(A \cdot \text{cm}^{-2} \text{ sek})$
Napięcie, SEM	U, E	$\epsilon V = 300 V$	$\epsilon V = 300 V$	$\mu V = 10^{-8} V$	V	$\epsilon V = 300 \sqrt{4\pi} V$	V
		elektrovolt	elektrovolt	magnetovolt	volt	lorentzvolt	volt
		$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-2})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-2})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	(V)
Natężenie pola elektr.	K	$\epsilon P = 300 P$	$\epsilon P = 300 P$	$\mu P = 10^{-8} P$	P	$\epsilon P = 300 \sqrt{4\pi} P$	P
		elektropriestley	elektropriestley	magnetopriestley	priestley	lorentzpriestley	priestley
		$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-2})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-2})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(V \cdot \text{cm}^{-1})$
Indukcja pola elektr.	D	$\epsilon Fr = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} Fr$	$\epsilon Fr = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} Fr$	$\mu Fr = 10 Fr$	Fr	$\epsilon Fr = \frac{1}{3} \sqrt{4\pi} \cdot 10^{-9} Fr$	$\rho Fr = 4\pi Fr$
		elektrofranklin	elektrofranklin	magnetofranklin	franklin	lorentzfranklin	præfranklin
		$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-3/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{-3/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(A \cdot \text{cm}^{-2} \text{ sek})$
Strumień elektr.	Ψ	$\epsilon T = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} T$	$\epsilon T = \frac{1}{3} \cdot 10^{-9} T$	$\mu T = 10 T$	T	$\epsilon T = \frac{1}{3} \sqrt{4\pi} \cdot 10^{-9} T$	$\rho T = 4\pi T$
		elektrothomson	elektrothomson	magnetothomson	thomson	lorentzthomson	præthomson
		$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(A \cdot \text{sek})$
Pojemność	C	$\epsilon F = \frac{1}{9} \cdot 10^{-11} F$	$\epsilon F = \frac{1}{9} \cdot 10^{-11} F$	$\mu F = 10^9 F$	F	$\epsilon F = \frac{1}{4\pi \cdot 9} \cdot 10^{-11} F$	F
		elektrofarad	elektrofarad	magnetofarad	farad	lorentzfarad	farad
		(cm)	(cm)	$(\text{cm}^{-1} \text{ sek}^2)$	$(\text{cm}^{-1} \text{ sek}^2)$	(cm)	$(V^{-1} A \cdot \text{sek})$
Przewodność	G	$\epsilon S = \frac{1}{9} \cdot 10^{-11} S$	$\epsilon S = \frac{1}{9} \cdot 10^{-11} S$	$\mu S = 10^9 S$	S	$\epsilon S = \frac{1}{4\pi \cdot 9} \cdot 10^{-11} S$	S
		elektrosiemens	elektrosiemens	magnetosiemens	siemens	lorentzsiemens	siemens
		$(\text{cm} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-1} \text{ sek})$	$(\text{cm}^{-1} \text{ sek})$	$(\text{cm} \cdot \text{sek}^{-1})$	$(V^{-1} A)$
Opór	R	$\epsilon \Omega = 9 \cdot 10^{11} \Omega$	$\epsilon \Omega = 9 \cdot 10^{11} \Omega$	$\mu \Omega = 10^{-9} \Omega$	Ω	$\epsilon \Omega = 4\pi \cdot 9 \cdot 10^{11} \Omega$	Ω
		elektroohm	elektroohm	magnetoohm	ohm	lorentzohm	ohm
		$(\text{cm}^{-1} \text{ sek})$	$(\text{cm}^{-1} \text{ sek})$	$(\text{cm} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-1} \text{ sek})$	(\sqrt{A}^{-1})
Indukcyjność	L, M	$\epsilon H = 9 \cdot 10^{11} H$	$\epsilon H = 9 \cdot 10^{11} H$	$\mu H = 10^{-9} H$	H	$\epsilon H = 4\pi \cdot 9 \cdot 10^{11} H$	H
		elektrohenry	elektrohenry	magnetoheury	henry	lorentzhenry	henry
		$(\text{cm}^{-1} \text{ sek}^2)$	$(\text{cm}^{-1} \text{ sek}^2)$	(cm)	(cm)	$(\text{cm}^{-1} \text{ sek}^2)$	$(\sqrt{A}^{-2} \text{ sek})$
Masa magnet.	m	ϵWb	$\epsilon Wb = 3 \cdot 10^{10} Wb$	μWb	Wb	$\epsilon Wb = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} Wb$	$\rho Wb = \frac{1}{4\pi} 10^8 Wb$
		weber	elektroweber	weber	weber	lorentzweber	praweber
		$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(V \text{ sek})$
Magnetyzacja	J	K	$\epsilon K = 3 \cdot 10^{10} K$	K	K	$\epsilon K = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} K$	$\rho K = \frac{1}{4\pi} 10^8 K$
		kerr	elektrokerr	kerr	kerr	lorentzkerr	prakerr
		$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-3/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(V \text{ cm}^{-2} \text{ sek})$
Napięcie magnet. siła magneto-motoryczna	$U_m N$	Gb	$\epsilon Gb = \frac{1}{3} \cdot 10^{-10} Gb$	Gb	Gb	$\epsilon Gb = \sqrt{4\pi} Gb$	$\rho Gb = 0,4\pi Gb$
		gilbert	elektrogilbert	gilbert	gilbert	lorentzgilbert	pragilbert
		$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-2})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	(A)
Natężenie pola magnetycz.	H	\ddot{O}	$\epsilon \ddot{O} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-10} \ddot{O}$	\ddot{O}	\ddot{O}	$\epsilon \ddot{O} = \sqrt{4\pi} \ddot{O}$	$\rho \ddot{O} = 0,4\pi \ddot{O}$
		oersted	elektrooersted	oersted	oersted	lorentzoersted	præoersted
		$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-2})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(A \text{ cm}^{-1})$
Indukcja magnet.	B	G	$\epsilon G = 3 \cdot 10^{10} G$	G	G	$\epsilon G = \sqrt{4\pi} G$	$\rho G = 10^8 G$
		gauss	elektrogauss	gauss	gauss	lorentz gauss	prægauss
		$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-3/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(V \text{ cm}^{-2} \text{ sek})$
Strumień magnetyczny	Φ	M	$\epsilon M = 3 \cdot 10^{10} M$	M	M	$\epsilon M = \sqrt{4\pi} M$	$\rho M = 10^8 M$
		maxwell	elektromaxwell	maxwell	maxwell	lorentzmaxwell	præmaxwell
		$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(\text{cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sek}^{-1})$	$(V \text{ sek})$
Opór magnetyczny	S	E	$\epsilon E = \frac{1}{9} \cdot 10^{-20} E$	E	E	E	$\rho E = 4\pi \cdot 10^{-9} E$
		ewing	elektrowewing	ewing	ewing	ewing	præewing
		(cm^{-1})	$(\text{cm} \text{ sek}^{-2})$	(cm^{-1})	(cm^{-1})	(cm^{-1})	$(V^{-1} A \text{ sek}^{-1})$
Stała dielektryczna*)	$\epsilon_3 = \epsilon \cdot A_3$	$\epsilon_G = \epsilon$	$\epsilon_E = \epsilon$	$\epsilon_M = \epsilon \cdot \Delta_M$	$\epsilon_T = \epsilon \cdot \Delta_T^{**}$	$\epsilon_L = \epsilon$	$\epsilon_P = \epsilon \cdot \Delta_P$
		$\Delta_G = 1$	$\Delta_E = 1$	$\Delta_M = \frac{1}{c^2} = \frac{1}{9} \cdot 10^{-20}$	$\Delta_T = \frac{10^9}{c^2} = \frac{1}{9} \cdot 10^{-11}$	$\Delta_L = 1$	$\Delta_P = \frac{10^9}{4\pi c^2} = 8,84 \cdot 10^{-10}$
		$\dim \epsilon_G = 1$	$\dim \epsilon_E = 1$	$\dim \epsilon_M = \text{cm}^{-2} \text{ sek}^2$	$\dim \epsilon_T = \text{cm}^{-2} \text{ sek}^2$	$\dim \epsilon_L = 1$	$\dim \epsilon_P = \dim \frac{F}{cm} = V^{-1} A \text{ cm}^{-1} \text{ sek}$
Przenikalność magnetyczna*)	$\mu_3 = \mu \cdot \Pi_3$	$\mu_g = \mu$	$\mu_E = \mu \Pi_E$	$\mu_M = \mu$	$\mu_T = \mu^{**}$	$\mu_L = \mu$	$\mu_P = \mu \Pi_P$
		$\Pi_g = 1$	$\Pi_E = \frac{1}{c^2} = \frac{1}{9} \cdot 10^{-20}$	$\Pi_M = 1$	$\Pi_T = 1$	$\Pi_L = 1$	$\Pi_P = \frac{4\pi}{10^9} = 1,256 \cdot 10^{-9}$
		$\dim \mu_g = 1$	$\dim \mu_E = \text{cm}^{-2} \text{ sek}^2$	$\dim \mu_M = 1$	$\dim \mu_T = 1$	$\dim \mu_L = 1$	$\dim \mu_P = \dim \frac{H}{cm} = VA^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ sek}$

*) Oznaczają tu: ϵ_3 ($\epsilon_G, \epsilon_E, \epsilon_M$ i t. d.) bezwzględną stałą dielektryczną, μ_3 (μ_G, μ_E, μ_M i t. d.) bezwzględną przenikalność magnetyczną, A_3 i Π_3 stałe — elektryczną i magnetyczną próżni, a ϵ i μ (bez indeksu) względną stałą dielektryczną i przenikalność magnetyczną.
 **) Znakami ϵ_T i μ_T (T — skrót słowa „techniczne”) oznaczone są ϵ_3 i μ_3 dla doł. czasowego układu praktycznego (Δ i Π bez indeksu).