«Три вещи» для запоминания прямо сейчас

$$\Phi_B = LI \quad (27.1)$$

Определение индуктивности

$$I_L = \frac{Э}{R_1}\left[1 - \exp\left(-t/\tau_{r1}\right)\right] \quad (27.3)$$

Зависимость тока в катушке от времени при включении

$$\rho_{WB} = \frac{\vec{B}\vec{H}}{2} \quad (27.13)$$

Плотность энергии магнитного поля

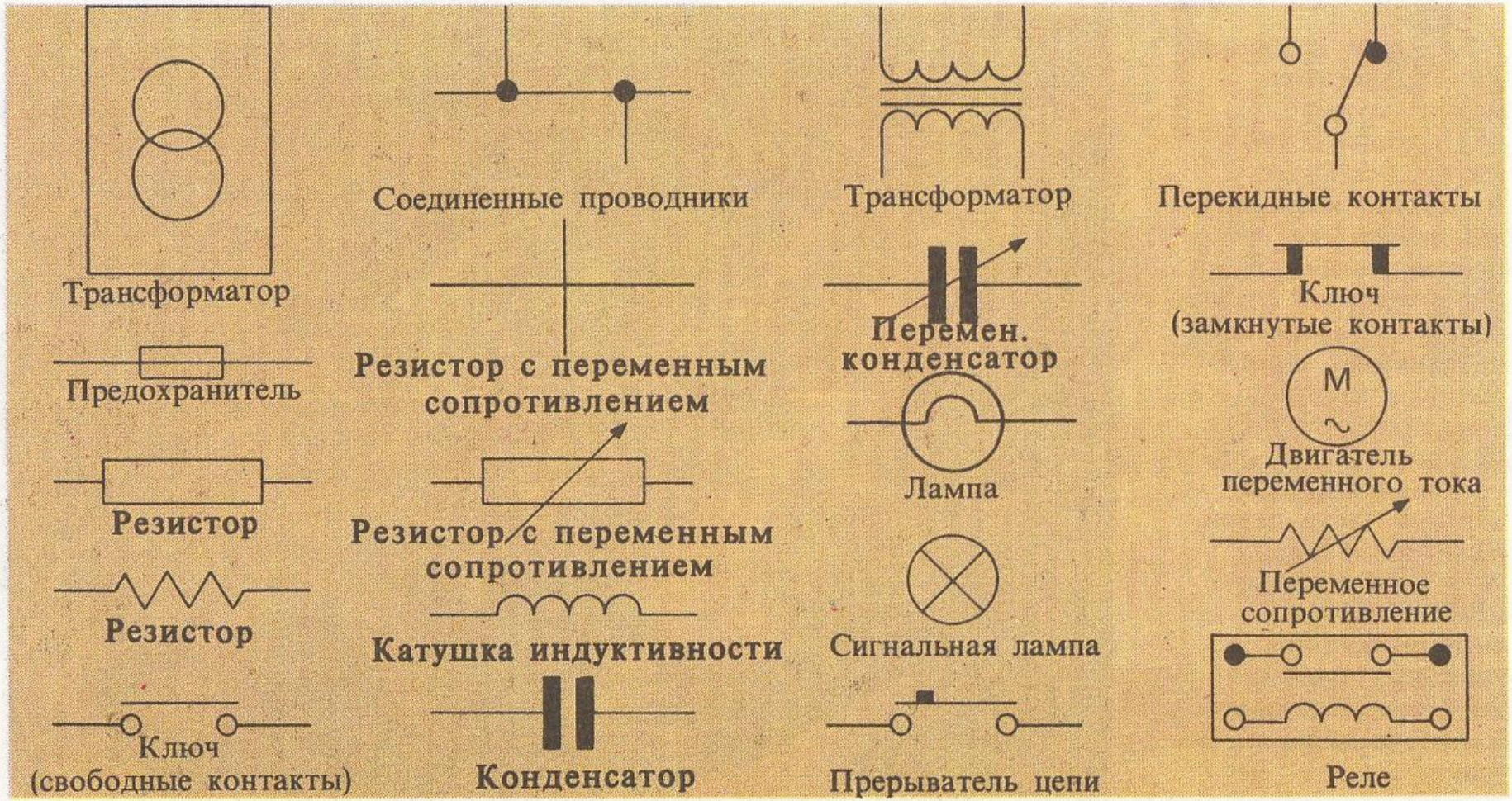
pptcloud.ru

Л.27 Самоиндукция. Энергия магнитного поля

Самоиндукция – физическое явление, частный случай электромагнитной индукции

Самоиндукция заключается в возникновении ЭДС индукции в проводнике при изменении тока в нём самом

Самоиндукция



Самоиндукция

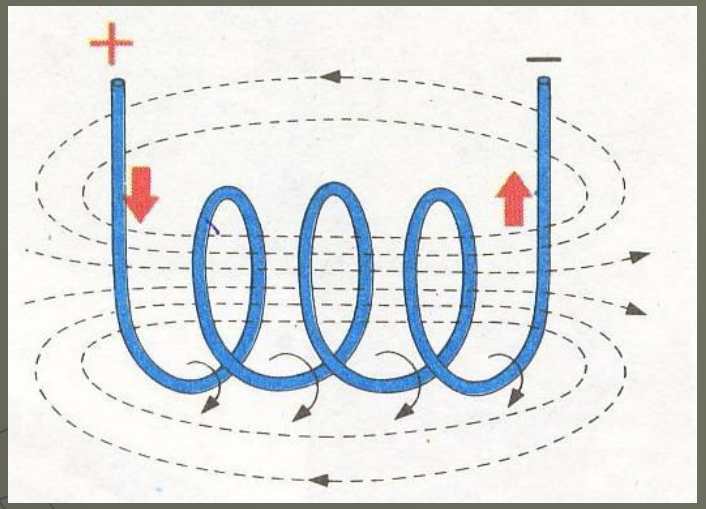
$$I \Rightarrow B \quad \Phi_B = LI \quad (27.1)$$

$$\Phi_B \sim I$$

Определение индуктивности

$$[L] = Гн$$

Скалярная величина



Интересен случай, когда ток в катушке переменный

$$I(t) \Rightarrow B(t) \quad B(t) \Rightarrow \Phi_B(t) \quad \Phi_B(t) \Rightarrow Э_{si}$$

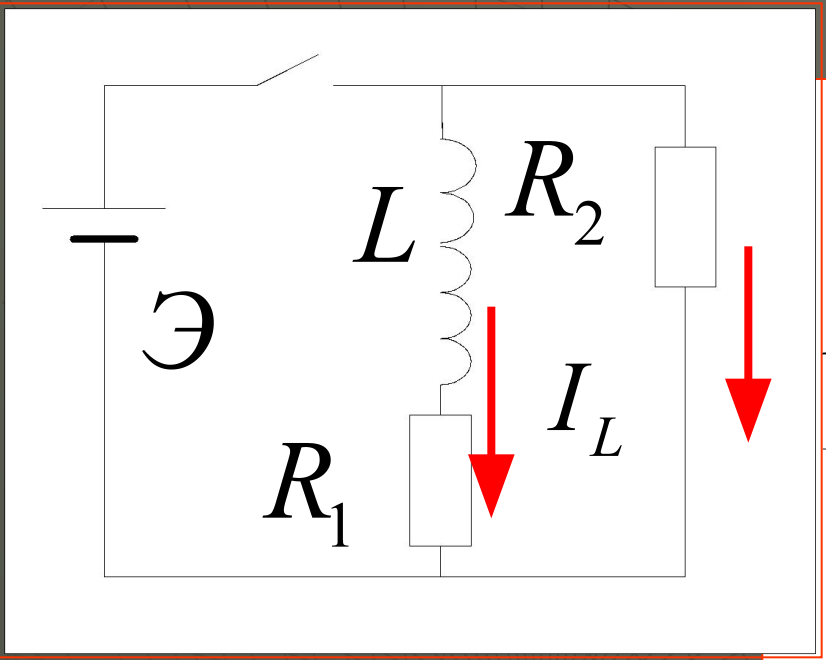
$$Э_{si} = -L\frac{dI}{dt} \quad (27.2)$$

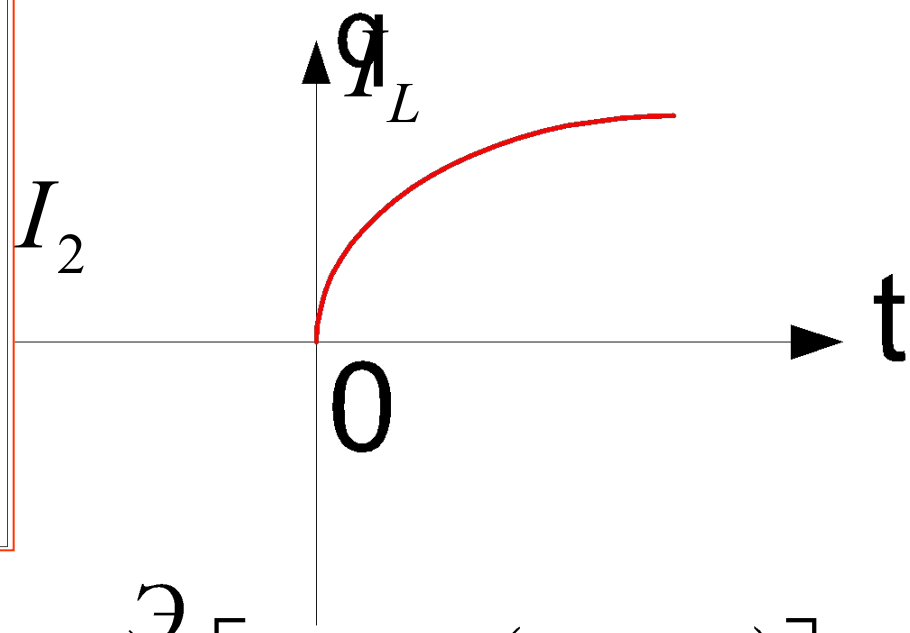
Формула для расчёта ЭДС самоиндукции

Переходные процессы в цепи с индуктивностью

$$I_{L0} = 0$$

Замыкаем ключ





Зависимость тока в катушке от времени при включении

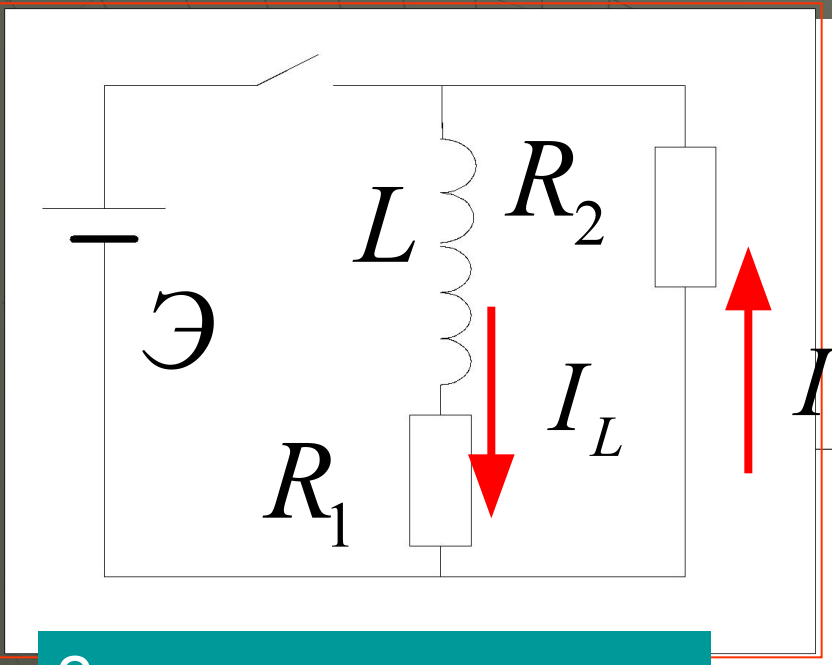
$$I_L = \frac{Э}{R_1}\left[1 - \exp\left(-t/\tau_{r1}\right)\right] \quad (27.3)$$

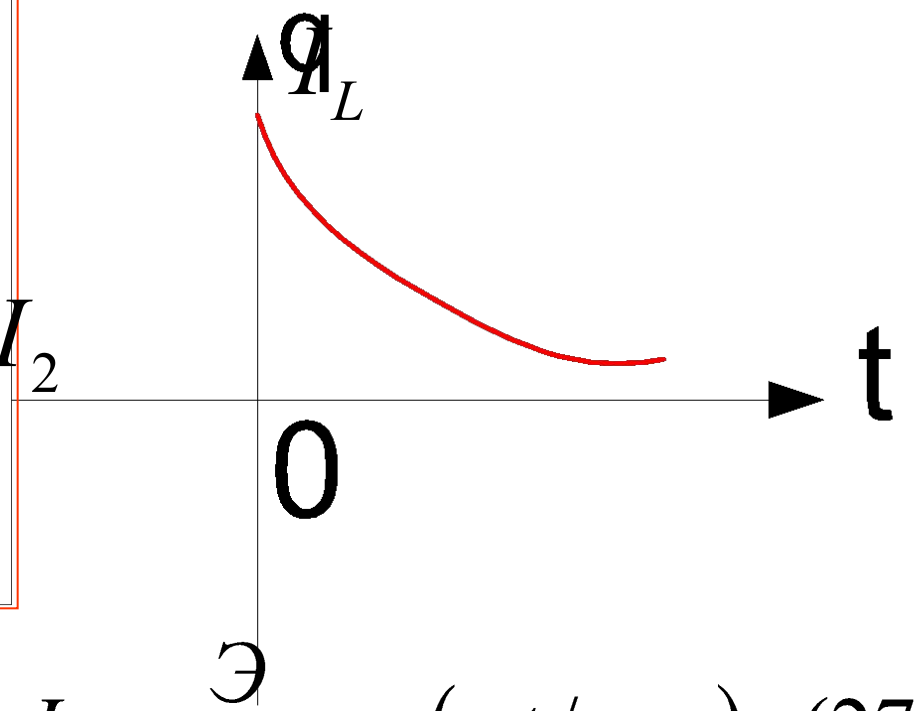
Время релаксации (постоянная RL-цепочки)

$$\tau_{r1} = L / R_1 \quad (27.4)$$

Переходные процессы в цепи с индуктивностью

Размыкаем ключ





Зависимость тока в катушке от времени при размыкании ключа

$$I_L = \frac{Э}{R_1}\exp\left(-t/\tau_{r12}\right) \quad (27.5)$$

Время релаксации (постоянная RL-цепочки)

$$\tau_{r12} = L/\left(R_1 + R_2\right) \quad (27.6)$$

«Три вещи» для запоминания прямо сейчас

$$\Phi_B = LI \quad (27.1)$$

Определение индуктивности

$$I_L = \frac{Э}{R_1}\left[1 - \exp\left(-t/\tau_{r1}\right)\right] \quad (27.3)$$

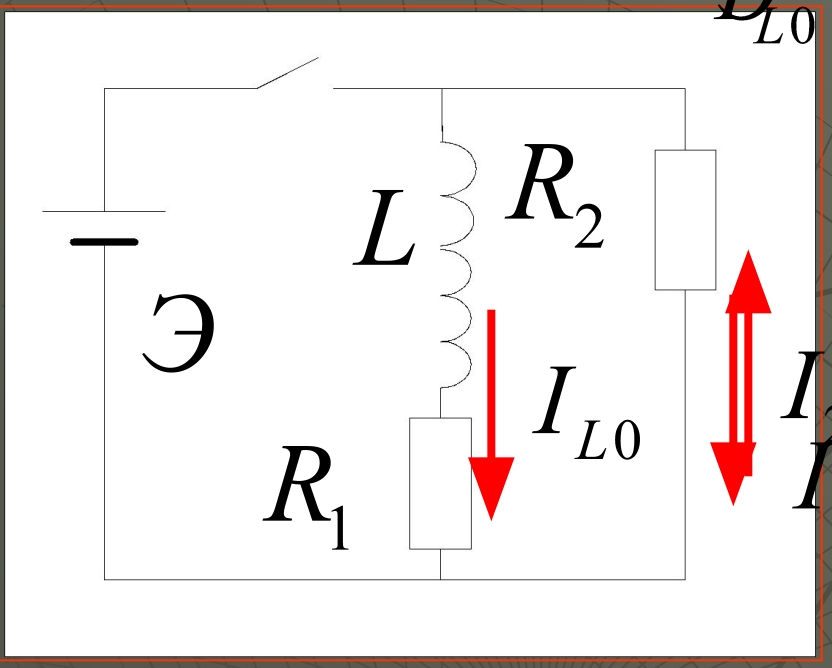
Зависимость тока в катушке от времени при включении

$$\rho_{WB} = \frac{\vec{B}\vec{H}}{2} \quad (27.13)$$

Плотность энергии магнитного поля

Экстратоки в цепи с индуктивностью при размыкании

$$Э_{L0} - R_1 I_{10} = 0 \qquad Э_{20} - R_2 I_{20} = 0$$



Размыкаем ключ – ток через R_2 меняется мгновенно - сразу становится

$$Э_{21} - R_1 I_{10} = 0$$

Может оказаться . . .

$$Э / R_1 >> Э / R_2$$

Чтобы изменился ток через катушку, нужно время: катушка – инерционный элемент. Может оказаться . . .

. . . и R_2 сгорит!

Расчёт индуктивности длинной катушки

$$R_K << l_K$$

$$\Phi_B = L_K I \quad (27.1)$$

Определение индуктивности

$$\Phi_B = BS_K N \quad (27.7)$$

Магнитный поток из его определения

$$B_K = \mu_0 \mu I n \quad (27.8)$$

МИ внутри длинной катушки вдали от концов

$$L_K = \mu \mu_0 n S_K N \quad (27.9)$$

Комбинация (27.1) и (27.7), (27.8)

$$L_K = \mu \mu_0 n^2 V \quad (27.10)$$

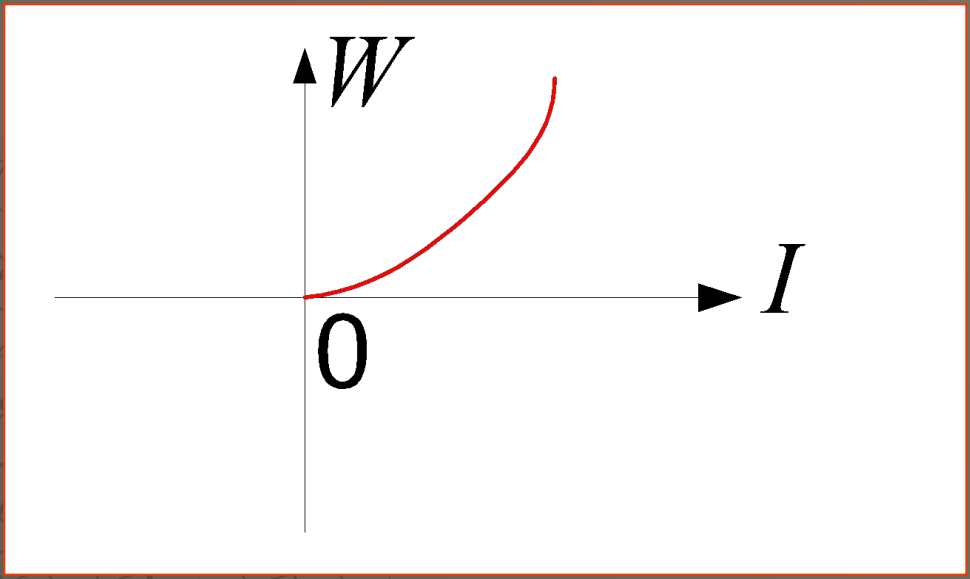
Стандартная очень приближённая формула для вычисления индуктивности длинной катушки

Энергия катушки и магнитного поля

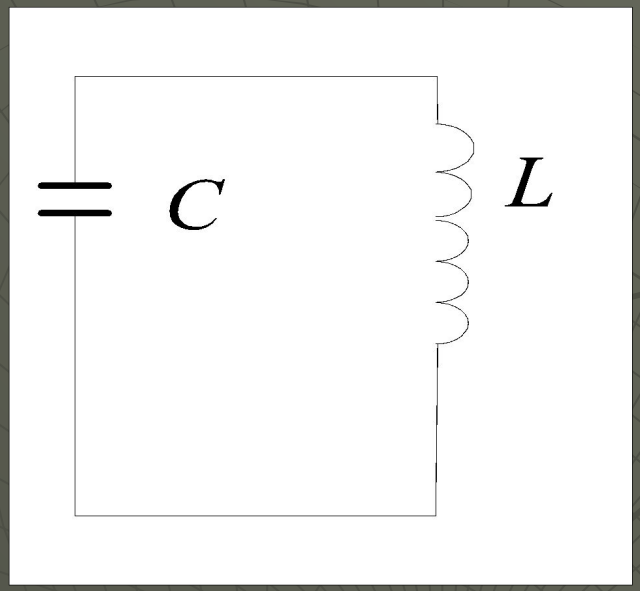
$$W_K = \frac{LI^2}{2} \quad (27.11)$$

$$W_K = \int_V \rho_W dV \quad (27.12)$$

$$\rho_{WB} = \frac{\vec{B}\vec{H}}{2} \quad (27.13)$$



Электрический колебательный контур



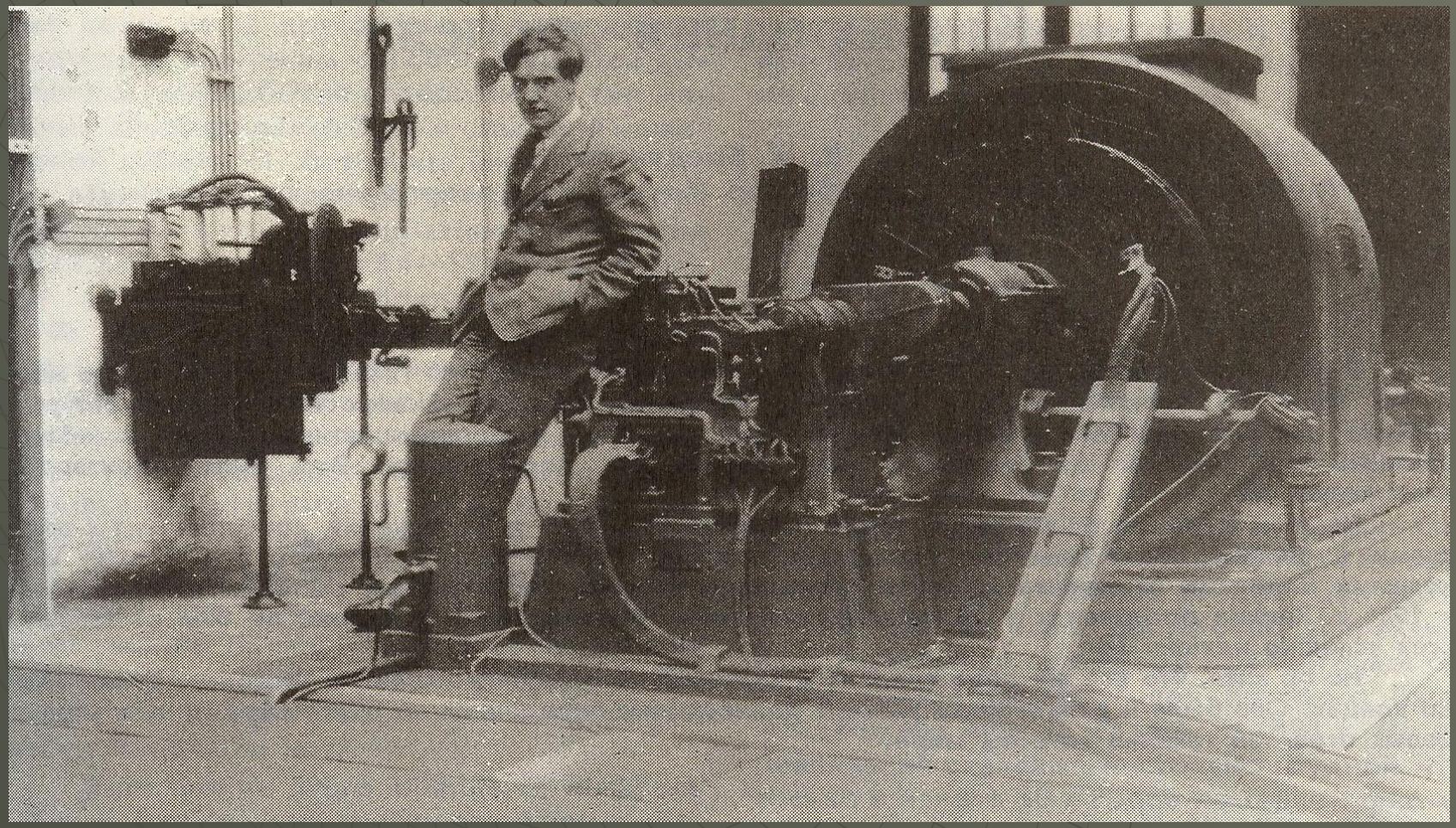
$$W_{ЭКК} = \frac{LI^2}{2} + \frac{q^2}{2C} \quad (27.14)$$

$$W_{НО} = \frac{\tilde{m}\dot{\xi}^2}{2} + \frac{\tilde{k}\xi^2}{2} \quad (27.15)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{\tilde{k}}{\tilde{m}}} \quad (27.16)$$

$$\omega_{0ЭКК} = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (27.17)$$

Установка, с помощью которой Капица получил в 1922 году импульсное магнитное поле 10 Тл



2000 год

Постоянные магнитные поля 300 кЭ => 30 Тл

Импульсные магнитные поля 10 МЭ => 1 кТл

Эрстед - единица измерения НМП в СГС
1 Э=79,5775 А/м
Гаусс - единица измерения МИ в СГС.
1 Гс = 100 мкТл и это соответствует 1 Э в вакууме.
Рекорд Капицы около 100 кЭ,
что соответствует примерно 10 Тл.

«Три вещи» для запоминания прямо сейчас

$$\Phi_B = LI \quad (27.1)$$

Определение индуктивности

$$I_L = \frac{Э}{R_1}\left[1 - \exp\left(-t/\tau_{r1}\right)\right] \quad (27.3)$$

Зависимость тока в катушке от времени при включении

$$\rho_{WB} = \frac{\vec{B}\vec{H}}{2} \quad (27.13)$$

Плотность энергии магнитного поля