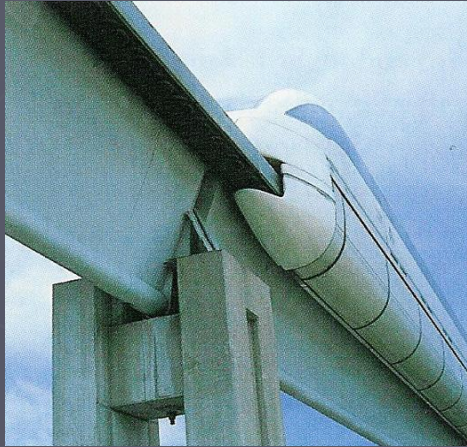


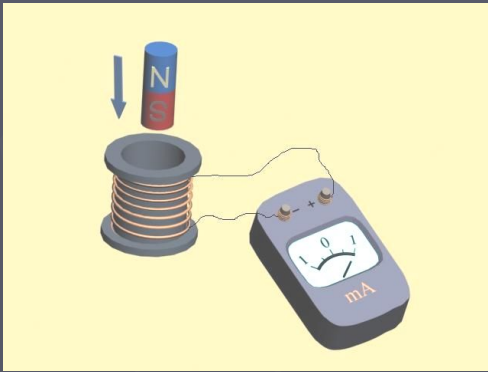
Электромагнетизм



ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ИНДУКЦІЯ



ФАРАДЕЙ ТӘЖІРИБЕЛЕРІ



- ▶ Егер гальванометрмен жалғанған соленоидқа тұрақты магнит жіберсе, онда магнит қозғалған жағдайда гальванометр бағдаршасы ауытқиды.
- ▶ Ал магнит тоқтаса, онда гальванометр бағдаршасы нөлдік қалыпқа келеді.



ФАРАДЕЙ ТӘЖІРИБЕЛЕРІ



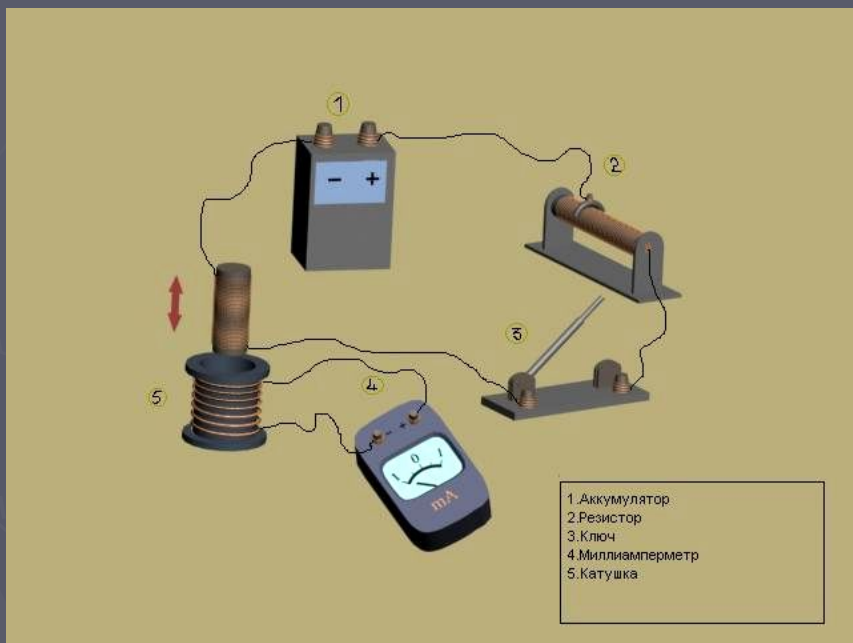
- ▶ Сол сияқты тыныштықта тұрған магнитке соленоидты алып немесе салатын болсақ алдындағыдай процесс жүреді.



- ▶ Мұндай тәжірибелер индукциялық токтың соленоидта пайда болуы бір-біріне қатысты қозғалуына байланысты екенін көрсетеді.



ФАРАДЕЙ ТӘЖІРИБЕЛЕРІ



Катушканы соленоидқа кіргізіп, қозғалмайтын етіп бекітеміз. Соленоидта ток жоқ деп аламыз. Катушканы токқа қосып, ажыратсақ соленоидта индукциялық ток пайда болады. Мұндай жағдай резисторда кедергі арқылы катушкадағы токты азайтып, күшейткенде де байқалады.

Бұл тәжірибеден соленоидта индукциялық токтың пайда болуы магниттің өргерісінде пайда болады екені анық байқалады.

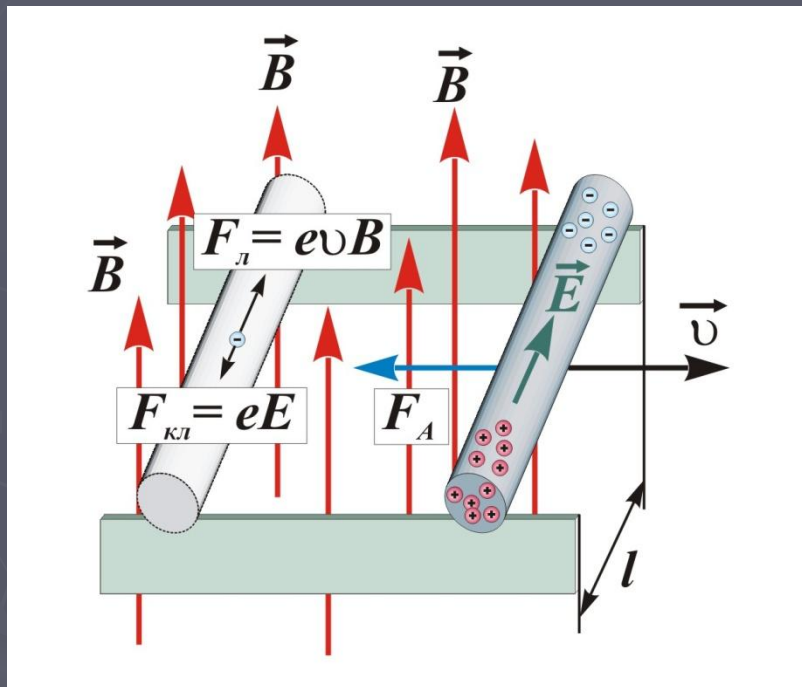


► Сіз ең бірінші болып денелер бір-біріне әсері қашықтықта, қоршаған ортадағы белгілі бір процестер арқылы болатынын білдіңіз. Бұл идеяға міндетті түрде сену керек... Менің ойымша сіз күштік сызықтар түрлі бөгетте, өрді айналып өтетінін, өткізгіште кернеудің өзгерісін қуатынын кристалдардағы бағыттарда бөгеп өтетінін айқын білесіз, айқын көріп тұрсыз.

► Дж. Максвелдің М. Фарадейге хатынан



Қозғалыстағы өткізгіштердегі электромагниттік индукция құбылысы



$$\vec{F}_{кл} = -\vec{F}_л$$

$$|eE| = e \frac{\Delta\varphi}{l} = evB$$

$$|\varepsilon_{инд}| = \Delta\varphi = Bvl$$

$$v = \frac{dx}{dt}; dS = ldx; d\Phi = BdS$$

$$|\varepsilon_{инд}| = Bvl = B \frac{dx}{dt} l = B \frac{dS}{dt} = \frac{d\Phi}{dt}$$



Ленц ережесі

Тұйық өткізетін контурда магнит ағынынан индукциялық ток пайда болады және оның магнит өрісінің бағыты сыртқы магнит ағынына қарама-қарсы әсер етеді.



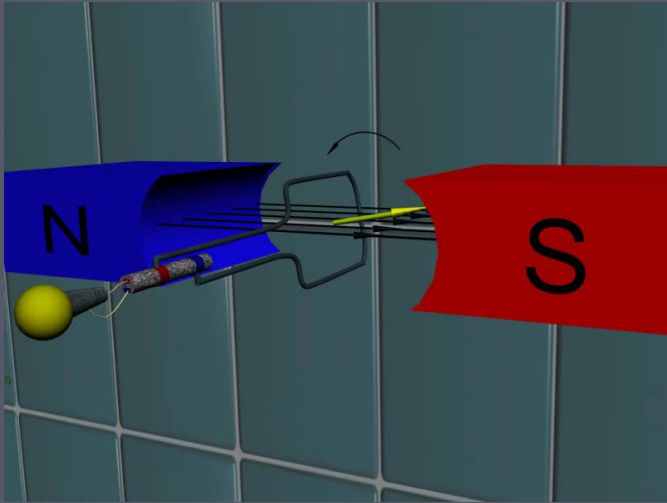
Фарадей заңы

Тұйық контурдағы индукцияның ЭҚК магнит ағынының осы контурдағы жүру жылдамдығына қарама-қарсы таңбамен сипатталады.

$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$



Магнит өрісіндегі шеңбердің (рамканың) айналуы



$$\Phi = B_n S = BS \cos \alpha = BS \cos \omega t$$

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = BS \omega \sin \omega t$$

$$\varepsilon_{\max} = BS\omega$$

- ▶ Егер магнит өрісіндегі шеңберге электр тогын жіберсек, онда оған айналу моменті әсер етеді және шеңбер айналады. Электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіретін электроқозғалтқыштың жұмыс істеу қағидасы осыған негізделген.



Контурдың индуктивтілігі

Контурдағы магнит ағыны контурдың ток күшіне тура пропорционал:

$$\Phi = LI.$$

Пропорционалдық коэффициент L ток күші I в контурдағы магнит ағыны Φ , осы ток арқылы туатын, **ИНДУКТИВТІЛІК** деп аталады. Индуктивтілік өткізгіштің ауданына, формасына, ортаның магниттік қасиетіне байланысты.

Индуктивтіліктің өлшем бірлігі СИ жүйесінде **генри** (Гн): **1 Гн = 1**

Вб/1 А. .



Соленоид индуктивтілігі

- Соленоидтың барлық орамындағы толық магнит ағыны:

$$\Psi = \Phi_1 N = NBS = \mu\mu_0 \frac{N^2 I}{l} Sl$$

$$L = \frac{\Psi}{I} = \mu\mu_0 \frac{N^2}{l} S$$

$$L = \mu\mu_0 \frac{N^2}{l^2} Sl = \mu\mu_0 n^2 V$$



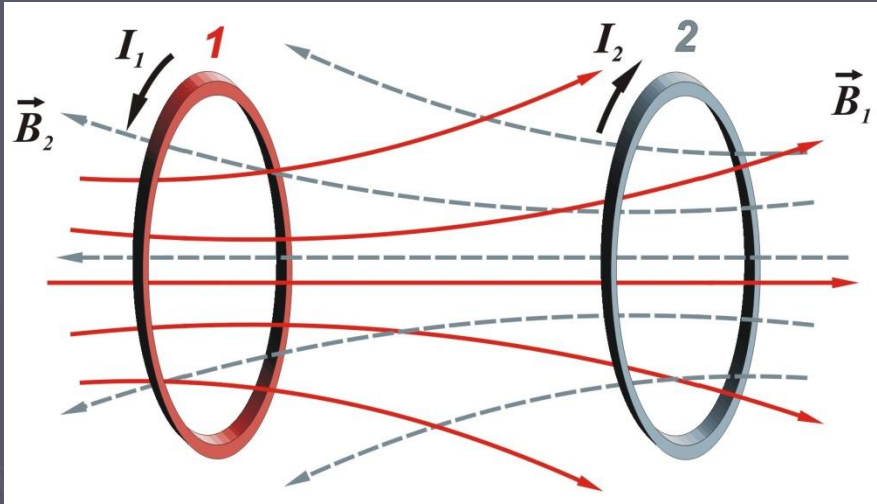
Өздік индукция

Өткізгіште ток күшінің өзгерісі нәтижесінде индукцияның ЭҚК пайда болуы өздік индукция деп аталады.

$$\varepsilon_s = -\frac{d\Phi}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$$



Өзара индукция



- ▶ Бірінші контурда ток күшінің өзгеруіне байланысты екінші контурда ЭҚК пайда болса, мұндай құбылысты өзара индукция деп атайды.

$$\Phi_{21} = L_{21} I_1 \quad \Phi_{12} = L_{12} I_2$$

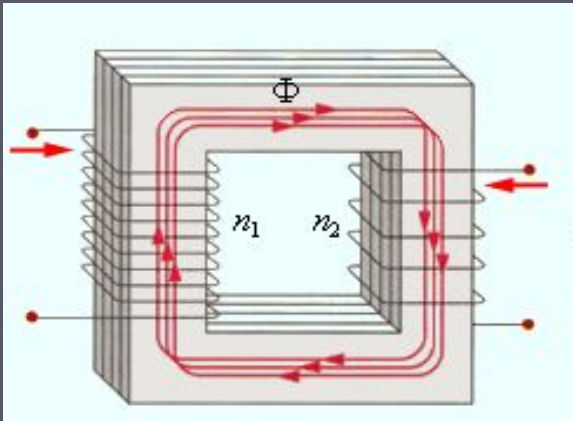
$$\varepsilon_{s2} = - \frac{d\Phi_{21}}{dt} = -L_{21} \frac{dI_1}{dt}$$

$$\varepsilon_{s1} = - \frac{d\Phi_{12}}{dt} = -L_{12} \frac{dI_2}{dt}$$

- ▶ $L_{12} = L_{21}$ – контурлардың өзара индуктивтілігі



Трансформаторлар



$$\varepsilon_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt} \quad \varepsilon_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$$

Трансформатор арқылы кернеуді k есе күшейтсек, өткізгіште ток күші сонша есе азаяды. Сонымен қатар Джоуль жылуы k^2 есе кішірейеді.



Ажыратқан және қосқан кездегі токтар

- ▶ Контурдағы күш өзгерген кезде өздік индукция ЭҚК пайда болады. Сонымен мұнда индукциялық ток пайда болады және **өздік индукция экстратоктары** деп аталады.



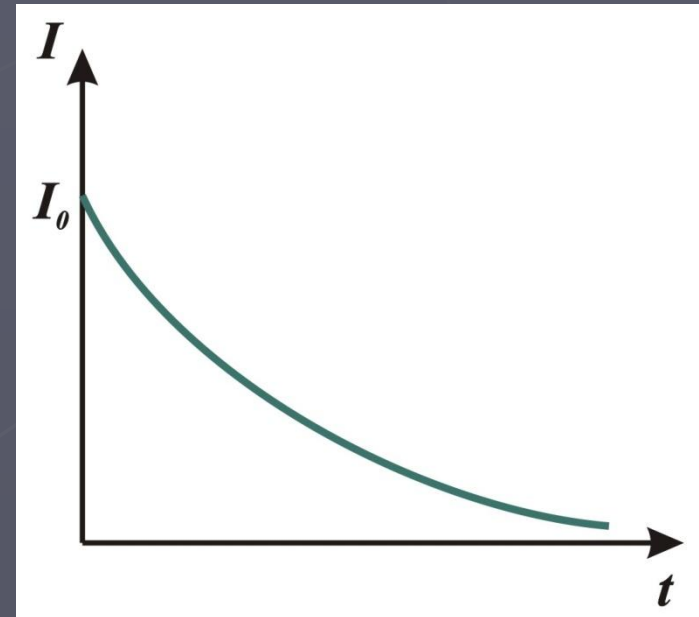
Ажыратқандағы токтар

$$IR = \varepsilon_s = -L \frac{dI}{dt}$$

$$IR = -L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{I} = -\frac{R}{L} dt$$

$$\ln I \Big|_{I_0}^I = -\frac{R}{L} t \Big|_0^t$$



$$I = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$



Релаксация уақыты

Релаксация уақыты τ арқасында ток күші e есе азаяды:

$$\tau = \frac{L}{R}$$



Индуктивтілігі бар кедергіні көбейткен жағдайда ($R \gg R_0$), токқа қосылған ЭҚК-нен өздік индукция ЭҚК-інің шамасы асып кетуі мүмкін. Сондықтан мұндай контурды тез ажыратуға балмайды, өйткені изоляция істен шығуы мүмкін.

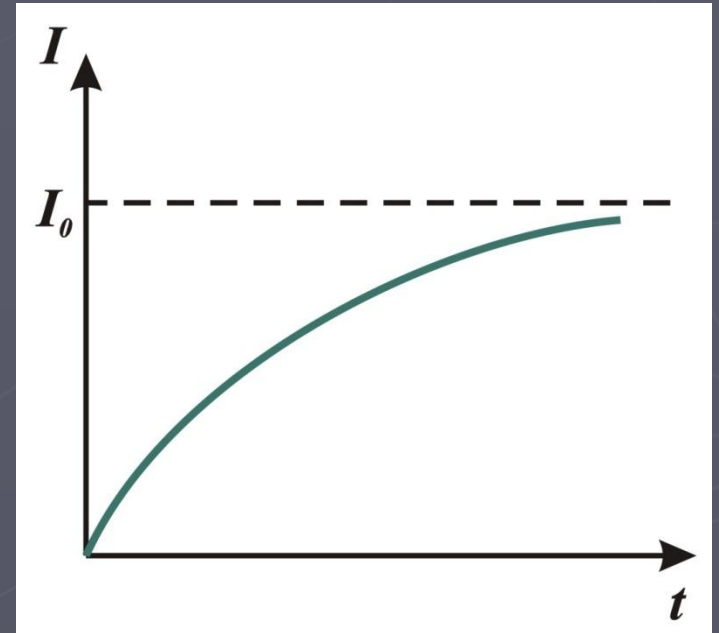


Ажыратқандағы токтар

$$\varepsilon_s = -L \frac{dI}{dt}$$

$$IR = \varepsilon + \varepsilon_s = \varepsilon - L \frac{dI}{dt}$$

$$I = I_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$



Магнит өрісінің энергиясы

Магнит өрісі энергия тасымалдаушы болып табылады. Сондықтан магнит өрісінің энергиясы жұмысқа тең:

$$dA = Fdx = IBldx = IBdS = Id\Phi = LI dI$$

$$A = W = \int_0^I LI dI = \frac{LI^2}{2}.$$



Магнит өрісінің көлемдік ТЫҒЫЗДЫҒЫ

$$w = \frac{W}{V} = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} = \frac{BH}{2}$$

- ▶ Берілген теңдік біртекті және біртексіз өріске және ортаның B мен H тәуелділігі сызықты, яғни парамагнетиктер мен диамагнетиктер үшін арналған.

