

K-41 Розрахунок опору при змішанному з'єднанні провідників.

I Змішане послідовне з'єднання.

$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ $R_{45} = R_4 + R_5$
 $R_{456} = \frac{R_{45} \cdot R_6}{R_{45} + R_6}$
 $R_{3a2} = R_{12} + R_3 + R_{456}$
 $J_{3a2} = J_1 = J_2 = J_3 = J_{456} = \frac{U_{3a2}}{R_{3a2}}$
 $J_{3a2} = J_1 + J_2 = J_4 + J_5 = J_6$

1^е еквівалентне коло:

2^е еквівалентне коло:

II Змішане паралельне з'єднання.

$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$ $R_{45} = R_4 + R_5$
 $R_{123} = R_1 + R_{23}$
 $R_{3a2} = \frac{R_{123} \cdot R_{45}}{R_{123} + R_{45}}$ $J_{3a2} = \frac{U_{3a2}}{R_{3a2}}$
 $U_{3a2} = U_{123} = U_{45}$ $J_{123} = \frac{U_{3a2}}{R_{123}}$ $J_{45} = \frac{U_{3a2}}{R_{45}}$

1^е еквівалентне коло:

2^е еквівалентне коло:

A - Робота електричного струму - робота сил електричного поля, що створюють електр. струм. Ця робота виконується за рахунок енергії джерела струму.

$A = U \cdot q = U \cdot J \cdot t$ **Робота струму на ділянці кола:** $A = [Q_{ж} = W \cdot A \cdot c]$

$P = \frac{A}{t}$ - **електрична потужність** $P = UJ = J^2 R = \frac{U^2}{R}$ - **потужність струму**

Ватметр - прилад для вимірювання потужності струму. Це прилад електродинамічної системи, його дія ґрунтується на магнітній взаємодії двох катушок 1-нерухома катушка струму (J) і 2-катушка напруги (U).

Одиниці потужності $[Вт = \frac{Дж}{с} = В \cdot А]$ $1 кВт = 10^3 Вт$ $1 МВт = 10^6 Вт$

Одиниці роботи $1 Вт \cdot год = 3600 Дж$ $1 кВт \cdot год = 10^3 \cdot 3600 Дж$

- 8 кл. § 50, 51, 52 ① Відповіді на запитання § 5 10 клас. ② Виконати Вправи 25, 26
- ③ - позначення приладів електродинамічної системи.
- ④ Перевести в Дж: $2 мДж = \dots$ $2 МДж = \dots$ $5 мВт \cdot с = \dots$ $4 кВт \cdot год = \dots$
 $40 кВт = \dots$ $3 МВт \cdot год = \dots$ $0,05 мкВт = \dots$ $2 год 3 хв 25 с = \dots$ $4 год 5 с = \dots$

K-42 Теплова дія струму (пояснюється взаємодією електронів в провідності з іонами кристалічної решітки, під час якої відбувається перетворення кінетичної енергії впорядкованого руху електронів в енергію хаотичного руху іонів - теплової енергії)

Q = J^2 R t - **З-н Джоуля-Ленца** (з дослідів) - визначає кількість теплоти, що виділяється в нерухомому провіднику при проходженні струму.

$Q = J^2 R t = \frac{U^2}{R} t = U J t$ - з З.З.Б.: робота струму в нерухомому провіднику = теплоті, що виділяється в провіднику.

Електролампа розжарення

спіраль електролампи (W) роблять з матеріалу: ① з високою питомою опорою (тоді більша частка тепла в спіралі і менша в з'єднувальних провідниках). ② високою температурою плавлення (чим вища температура спіралі, тим більша яскравість її світіння $E = \sigma T^4$, тим більша частка цієї енергії припадає на видиме світло).

Лампи < вакуумні $t = 2300 - 2700^\circ C$ при $t = 2700^\circ C$ вольфрам випаровується.
 < газоповнені (галогенні) $t = 3000^\circ C$

Товщина і довжина спіралі визначають опір лампи, а він визначається напругою і потужністю.

Коротке замикання - к.з. - опір кола випадково стає дуже малим $J_{к.з.} = \frac{U}{R}$ - струм стає дуже великим - величезне виділення тепла - з'єднувальні провідники горять.

Запобіжник - його дія ґрунтується на тепловій дії струму. Q що виділяється в провіднику $\sim J^2$. При певній силі струму виділяється така кількість теплоти, що температура провідника досягає Тплавлення - провідник ривиться - коло розривається.

Тплавлення - визначається матеріалом і розмірами провідника.

Біметалічний запобіжник

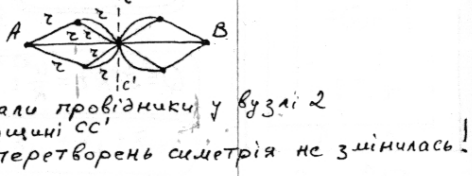
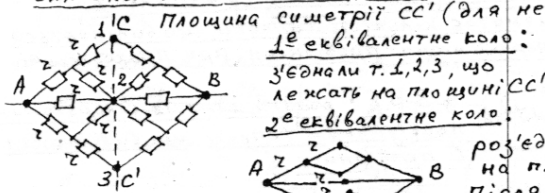
З.З.Б. для ділянки кола: Робота струму йде на виділення тепла і виконання механічної роботи $A_{струму} = Q + A_{мех.}$

Механічна робота виконується якщо провідники рухаються (електродвигун).

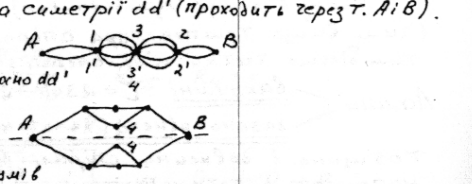
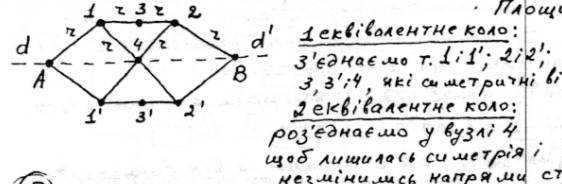
- 8 кл. § 53, 54, 55 ① Відповіді на запитання § 5 ② Виконати Вправи 27, 28
- ③ З-н Джоуля-Ленца ... (формулювання)
- ④ Малюнок будови електролампи з патрона, 2 запобіжника в квартирі
- ⑤ $5 Дж$ $1 кал = 4,2 Дж$ $1 Дж = 0,24 кал$
- ⑥ $T_{плав. W} = 3387^\circ C$
- ⑦ Схеми нагрівальних приладів:
- ⑧ Дія біметалічного запобіжника (термовивикат) ґрунтується на тому, що при нагріванні біметалічної пластини вона вигинається -> коло розривається з різними коефіцієнтами лінійного розширення ($\alpha_2 > \alpha_1$).

I Симетрія в колі дозволяє:

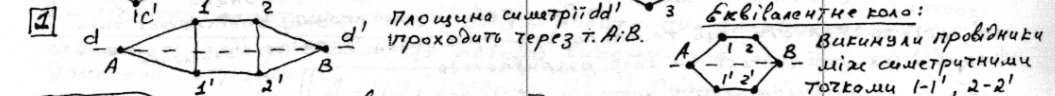
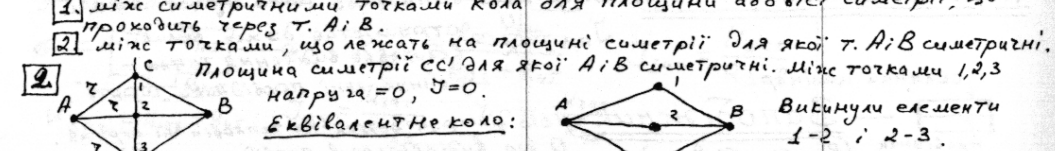
1) З'єднувати або роз'єднувати точки кола, що лежать на площині симетрії для якої т. А і т. В симетричні.



2) З'єднувати або роз'єднувати симетричні точки кола, якщо маємо симетрію відносно площини або вісі симетрії, що проходить через точки А і В.

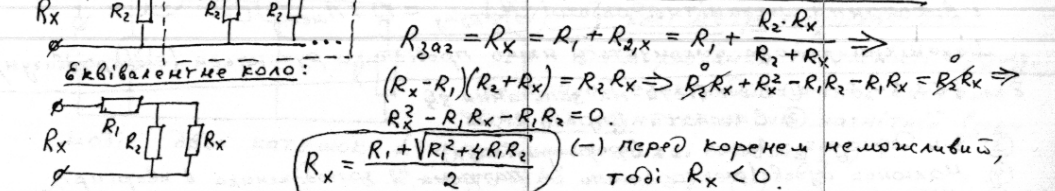


3) Викидати елементи кола в яких немає струму. Це елементи:

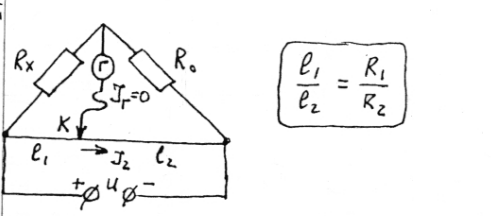
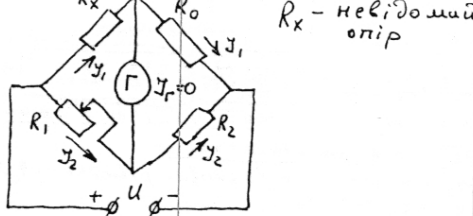
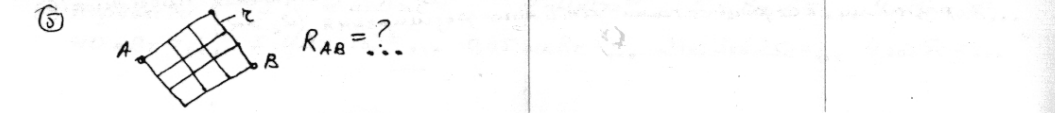
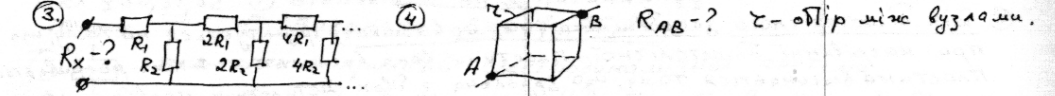


Увага!! Після перетворень кола його симетрія не повинна змінитись, напрями струмів не повинні змінитись.

II Нескінченні ланцюги. R_x - опір нескінченного ланцюга. Якщо від ∞ ланцюга відділити одну комірку то опір тої частини, що залишиться всьодно R_x



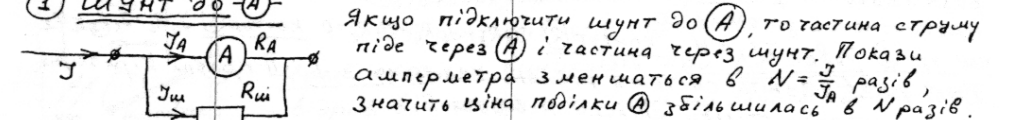
Ю.Кл. Гончаренко. 1) Виконати вправи 29, завдання 10. 2) Л-ра А.И. Шапиро, В.А. Бодик. "Оригинальные методы решения физических задач". Киев. "Освіта" 1992 г. ст. 70-80.



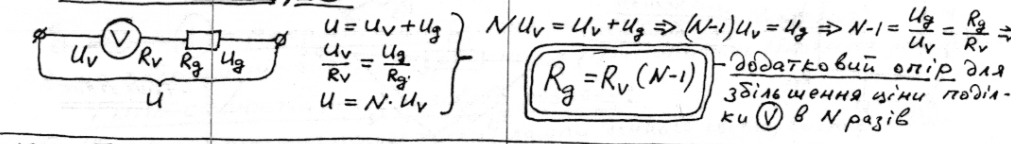
Для вимірювання опор повзунок К переміщують так, щоб струм через гальванометр $I_G = 0$, тоді можна вважати, що маємо дві паралельні гілки.
 Умова балансу містка: $\begin{cases} U_x = U_1 \\ U_0 = U_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 R_x = I_2 R_1 \\ I_1 R_0 = I_2 R_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{R_x}{R_0} = \frac{R_1}{R_2}$ або $\frac{R_x}{R_1} = \frac{R_0}{R_2}$ співвідношення між опороми у збалансованому містку

II Розширення меж вимірювання I і U

Реальний амперметр має опір $R_A > 0$ (чим менше R_A -тим краще прилад)
 Реальний вольтметр має скінченний опір $R_V < \infty$ (чим більше R_V -тим краще прилад).
 За допомогою шунта і додаткового опору можна збільшити межі вимірювання I і U . Нехай N покаже у скільки разів збільшимо ціну поділки прилада (розширяємо межі вимірювання прилада).



1) Шунт до I . Якщо підключити шунт до I , то частина струму піде через I і частина через шунт. Покази амперметра зменшаться в $N = \frac{I}{I_A}$ разів, знатить ціна поділки I збільшилась в N разів.
 $I = I_A + I_{sh}$
 $I_A R_A = I_{sh} R_{sh}$
 $I = N \cdot I_A \Rightarrow \frac{I_{sh}}{I_A} = \frac{R_A}{R_{sh}} \Rightarrow N - 1 = \frac{I_{sh}}{I_A} = \frac{R_A}{R_{sh}} \Rightarrow R_{sh} = \frac{R_A}{N - 1}$ опір шунта для збільшення ціни поділки I в N разів



2) Додатковий опір U . $U = U_V + U_g$
 $\frac{U_V}{R_V} = \frac{U_g}{R_g}$
 $U = N \cdot U_V$
 $N U_V = U_V + U_g \Rightarrow (N - 1) U_V = U_g \Rightarrow N - 1 = \frac{U_g}{U_V} = \frac{R_g}{R_V} \Rightarrow R_g = R_V (N - 1)$ додатковий опір для збільшення ціни поділки U в N разів

Ю.Кл. Гончаренко ст. 258-259, ст. 256.

1) Гальванометр - дуже гутливий прилад магнітоелектричної системи, може бути мікроамперметр.

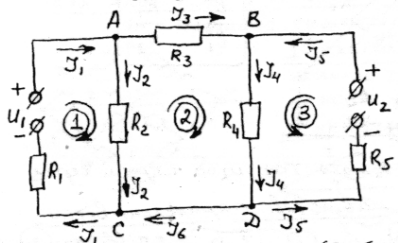
2) Балістичний гальванометр - служить для вимірювання заряду q (відхилення стрілки пропорційне заряду, при короткотривалому струмі, це досягається тим, що рамка роблять масивною).

3) Омметр - прилад для вимірювання опору - підключають безпосередньо до провідника опір якого вимірюють. В омметрі міститься своє джерело струму, напруку якого встановлюють перед вимірюванням. Для того, замикають виводи омметра і рушкою "Уст 0" виставляють покази прилада на 0 ($R = 0$)

4) При якому співвідношенні опорів (R_1, R_2, R_3, R_x) струм через G $I_G = 0$?

K-45 Правила Кірхгофа

При розрахунку складних електричних кіл вибрати і вказати на схемі напрями струмів на всіх ділянках кола.



I правило Кірхгофа

$$\sum J_{\text{вход.}} = \sum J_{\text{виход.}}$$

Сума струмів, що входять до вузла = сумі струмів, що виходять з вузла.
(кількість незалежних вузлових рівнянь - (N-1), де N - кількість вузлів).

т.А $J_1 = J_2 + J_3$ т.В $J_3 + J_5 = J_4$ т.С $J_2 + J_6 = J_1$

II правило Кірхгофа (добуток $J \cdot R$ - спад напруги).

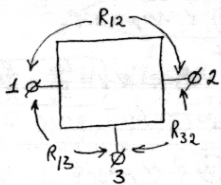
$$\sum J R = \sum U_{\text{джер.}}$$

Алгебраїчна сума спадів напруг на резисторах у замкнутому контурі дорівнює алгебраїчній сумі напруг джерел струму, що діють в даному контурі.

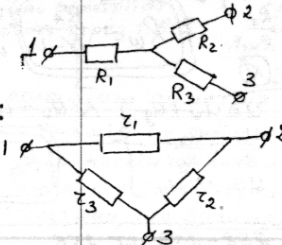
Увага! ① вибирають найбільш прості контури (з мінімумом джерел струму і опорів) ② напрям обходу контурів - довільний ③ $J > 0$, якщо напрям струму збігається з напрямом обходу контура. ④ $U_{\text{джер.}} > 0$, якщо власний струм джерела співпадає з напрямом обходу контура ⑤ контурів обирають стільки, щоб охопити всі джерела і опори кола. ⑥ якщо при розв'язуванні рівнянь вийшло $J < 0$, це означає, що дійсний напрям струму протилежний до обраного.

Далі розв'язують систему рівнянь складену з I і II правил Кірхгофа, рівнянь треба стільки, скільки невідомих.

Чорний ящик (невідома схема з виводами) з опорів з трьома виводами



можливо два варіанта:

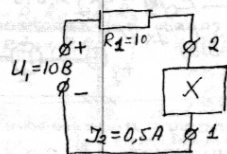
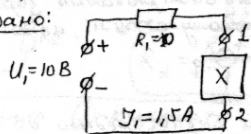


— зірка

— трикутник

10 ка. Гончаренко § 73 ст 250-254 Вправа 20 (1,2,3) ст. 261

- ① Формули перетворень... а) $\Delta \rightarrow Y$ б) $Y \rightarrow \Delta$
② Дано:

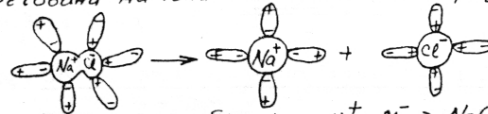
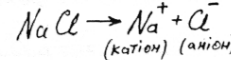


визначити вміст горного ящика (найпростіший варіант).

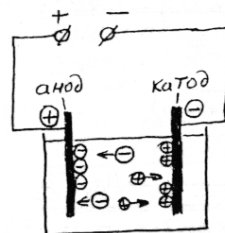
K-46 I Струм в електролітах - перенесення ретовини!

Дії струму: магнітна, теплова, хімічна

Електроліти - розчини або розплави, що є провідниками електр. струму.
Носії струму - \oplus і \ominus іони, які виникають при електролітичній дисоціації - розпаді молекул розчиненої ретовини на іони під дією молекул розчинника (води)



Одночасно проходить рекомбінація: $Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$

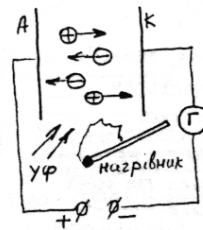


Електроліз - електрохімічні реакції біля електродів, що супроводжуються виділенням ретовини на електродях
маса ретовини, що виділяється на електроді \sim силі струму і часу проходження струму (М. Фарадей).

II Струм в газах - газовий розряд - супроводжується свіченням газу!

Дії струму: магнітна, теплова.

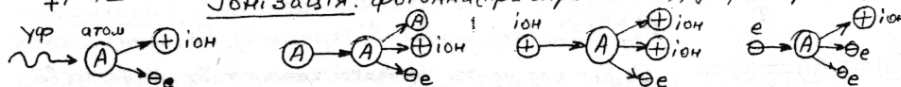
Носії струму: \oplus , \ominus іони і вільні електрони



Газ < нормальні умови - діелектрик
> нагрівання, опромінення - провідник
(УФ, рентгенівське, γ - проміння)

Носії струму виникають при іонізації - відрив від атома або молекули одного або декількох електронів.

Іонізація: фотонна (при опроміненні), ударна (при нагріванні)



e^- іон \rightarrow А - рекомбінація (зменшує кількість носіїв струму)
Якщо забрати іонізатор, розряд може припинитись (внаслідок рекомбінації).

Типи самостійного газового розряду:

- Гліютий (при низькому тиску; лампи денного світла, вогні реклами, цифрові індикатори, неонові лампи...)
- Дуговий розряд ($T_{\text{газу}} \sim 4000^\circ\text{C}$, електрична дуга).
- Ускровий розряд (дуже висока напруга, блискавка). ④ Куроний...

10 ка. Гончаренко §§ 116-118 ст. 376-383 §§ 119-121 ст. 383-395

① Застосування електролізу: електрометалургія... гальванопластика... гальваностегія...

② Блискавка попадає в дерево. Корову врятує струмом, людина - ні. Чому?

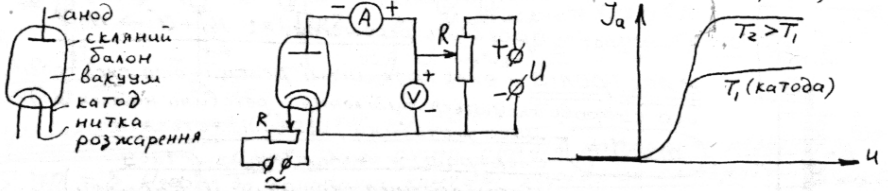
③ Плазма...

K-47 I Струм у вакуумі дії струму: магнітна носії струму: електрони

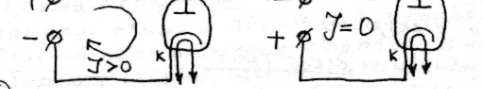
У вакуумі власні носії не виникають (немає взаємодії частинки), треба вносити енергію електронів (розігрітий катод).

Термоелектронна емісія - випускання електронів з метала при нагріванні (кількість електронів, що вилітають ~ температурі $N_e \sim T$).

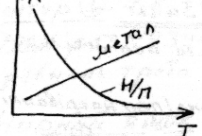
Вакуумна електронна лампа - діод (два основних електрода)



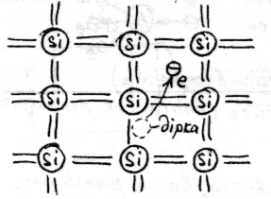
Вакуумний діод має односторонню провідність - використовують у випрямлячах змінного струму.



II Струм у напівпровідниках (N/P) дії струму: магнітна, теплова. носії струму: електрони, дірки

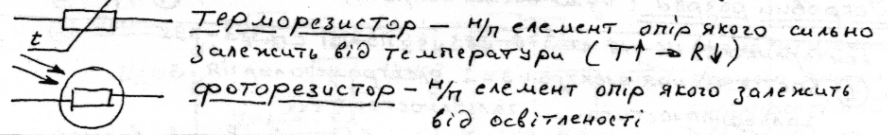


N/P при низьких температурах - діелектрик. Питомий опір (опір) N/P дуже сильно залежить від температури, освітленості, домішок, по цій залежності N/P відрізняють від металів.



N/P - Ge (германій), Si (кремній), Se (селен) ...
Ge, Si - елементи четвертої групи табл. Менделєєва, на зовнішній електронній оболонці 4 електрони, при утворенні кристала між атомами виникає парноелектронний (ковалентний) зв'язок.

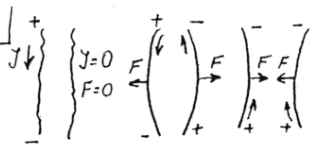
При збільшенні T кристала зростають коливання іонів решітки, виникають розриви зв'язку: електрон виходить із зв'язку і стає вільним, на місці електрона залишається порожнє місце, що має властивості \oplus заряду і теж може переміщатися по кристалі. $N_e = N_{дірок}$ носії струму: електрони і дірки.



10 кл Гончаренко §§ 113-115 ст. 368-375 §§ 104-111 ст. 345-362

- ① Вакуум - ...
- ② - ... властивості ...

K-48 Магнітна взаємодія - взаємодія струмів (рухомих зарядів) - передається через магнітне поле.

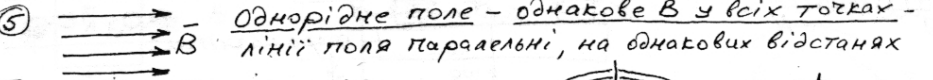


Магнітне поле (м.п.):

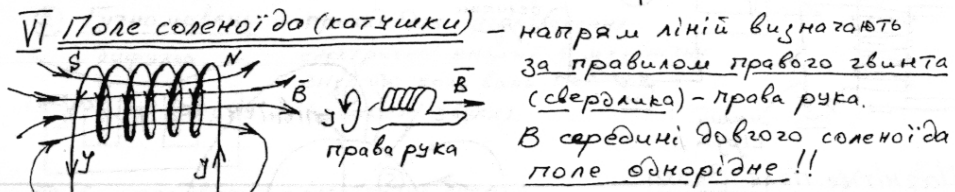
- I Матеріальне, передає взаємодію між струмами (рухомими зарядами).
- II Має властивості:
 - ① Виникає навколо струмів (рухомих зарядів).
 - ② Діє з певною силою на струми (сила Ампера $F_A = I \cdot B \cdot \sin \alpha$) і на рухоми заряди (сила Лоренца $F_L = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$).
 - ③ Володіє енергією (здатне виконувати роботу) (ел. двигун)
- III М.п. досліджують за допомогою магнітних стрілок - на які м.п. створює орієнтовану дію! (стрілки повертаються по лініях поля).

B-вектор магнітної індукції - основна характеристика м.п. ($B \sim I$)

- IV М.п. зображають - лініями магнітної індукції:
 - ① Чувливі лінії, дотична до яких в даній точці співпадає з напрямом \vec{B} в цій точці
 - ② густина ліній $\sim B$ (в області I $B_1 > B_2$ в обл. II).
 - ③ лінії замкнуті - не мають ні початку, ні кінця.
 - ④ лінії не перериваються, не перетинаються.



- V Поле прямого провідника - напрям ліній поля визначають за правилом правого гвинта (свердлика) лінії поля - концентричні кола.



- VI Поле соленоїда (котушки) - напрям ліній визначають за правилом правого гвинта (свердлика) - права рука. В середині довгого соленоїда поле однорідне !!
- VII Поле плоского колового контура - в центрі контура $\vec{B} \perp$ площині контура - правий гвинт (права рука).

10 кл. Гончаренко § 76, 77 ст. 266-271 6-7 кл § 150, 151, 152, 153

- З клас § 56, 57, 58 (частини) ① Відповісти на запитання §§
- ② Правило правого гвинта (свердлика) ... ③ $B = [T]$ тесла.
- ④ N - північний полюс соленоїда (синій) - полюс з якого виходять лінії поля, S - південний полюс (червоний) - полюс в який входять лінії поля.
- ⑤ $\cdot \cdot \cdot \cdot$ однорідне поле \perp площині малюнка, $\cdot \cdot \cdot \cdot$ лінії напрямлені до нас
- ⑥ $+$ $+$ $+$ однорідне поле \perp площині малюнка, $+$ $+$ $+$ лінії напрямлені від нас

К-49

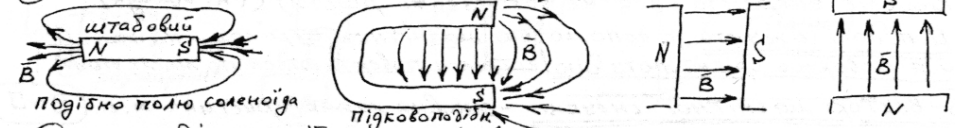
Ретовини

сильномагнітні (з великою силою втягуються в магнітне поле) - ферромагнетики
слабодмагнітні (практично не взаємодіють з м.п.) - діамагнетики і парамагнетики.

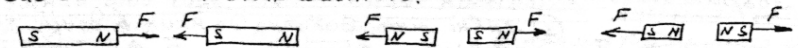
I Ферромагнетики (Fe-залізо, Co-кобальт, Ni-нікель) ретовини, що сильно намагнічуються в зовнішньому м.п., тобто самі створюють м.п., що перевищує зовнішнє у $10^3 \div 10^5$ разів. Деякі ферромагнетики залишаються намагніченими, якщо їх забрати з м.п.

II Постійний магніт - намагнічений ферромагнетик, що створює власне м.п.

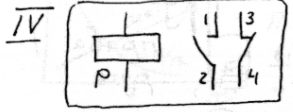
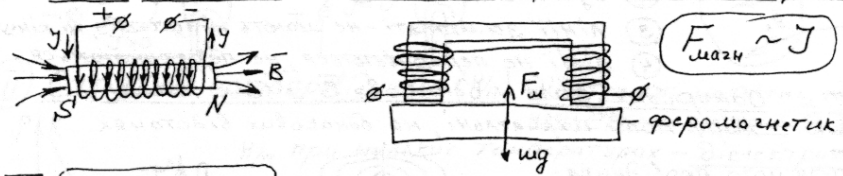
① поле постійних магнітів



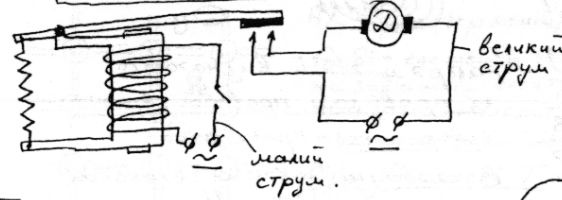
② взаємодія постійних магнітів.



III Електромагніт - котушка з ферромагнітним осердям.

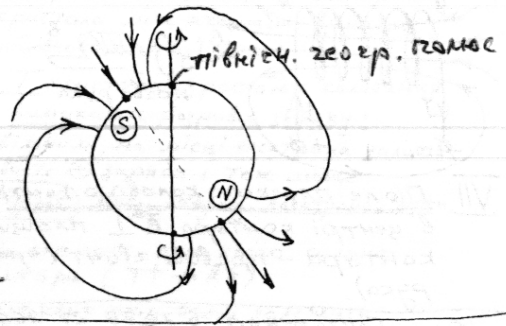


Електромагнітне реле - складається з електромагніту і контактної групи.

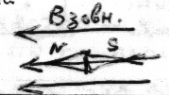


V Магнітне поле Землі

- Ⓢ - південний магнітний полюс Землі
- Ⓝ - північний магнітний полюс Землі



VI Магн. стрілка у м.п.

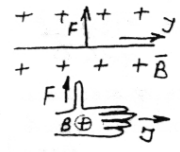


- 8 кл § 58, 59, 60 ① Відповіді на запитання § 5
 6-7 кл § 154-158 ② Виконати Вправи 30, Завдання 12(1).
- ③ Магнітні властивості ретовин пояснюються мікрострумами, що створюються орбітальним рухом електронів атомів і молекул. Ці струми називають молекулярними, вони створюють власне м.п. ретовини.
- ④ Магнітні бурі... Магнітні аномалії...

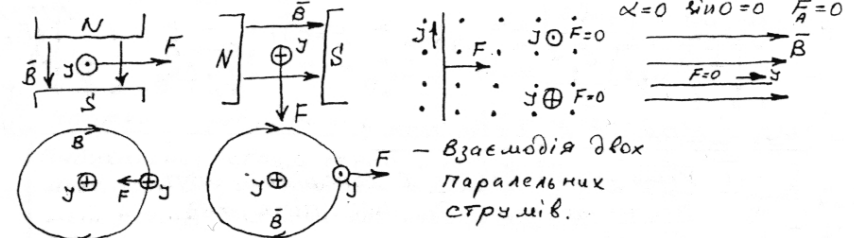
К-50 Сила Ампера - сила, що діє на провідник із струмом з боку магнітного поля.

$$F_A = J \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha$$

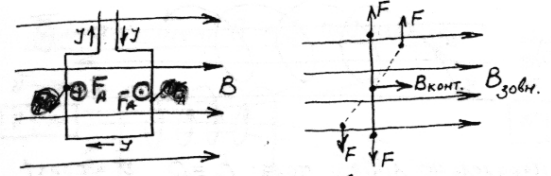
α - кут між напрямом м.п. і напрямом струму в провіднику.
 $B = [Тл]$ тесла.



Напрямок сили Ампера визначають за правилом лівої руки:
 руку треба розташувати так, щоб лінії поля входили в долоню, тоді чотири пальці були розташовані за напрямом струму, тоді великий палець покаже напрям сили F_A

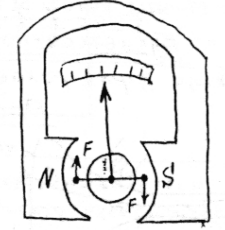


Рамка (контур) із струмом у м.п. - завжди розвертається так, щоб її власне м.п. співпадало з зовнішнім полем (як магнітна стрілка).

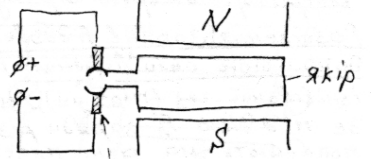


Застосування сили Ампера

- ① Магнітоелектричний прилад з рухомою рамкою (гальванометр).
- ② ГузноMOVEDЬ - прилад для перетворення електричної енергії в механічну енергію коли вань повітря (джерело звуку).
- ③ Електродвигун - електрична енергія перетворюється в механічну енергію обертання якоря двигуна.



На рамку діє сила Ампера і розвертає її. При проходженні положення рівноваги, напрям струму міняється на протилежний, наслідком цього буде поворот рамки на 180° і т.д.

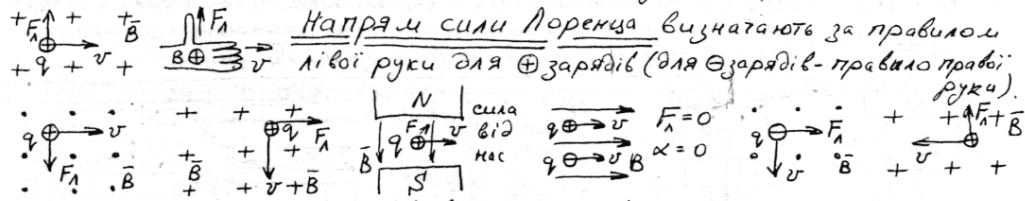


- 8 кл. § 61 ① Відповіді на запитання §
 ② Виконати Завдання 12(2,3), Завдання 14

K-51 Сила Лоренца - сила, що діє на рухомі заряди з боку магнітного поля

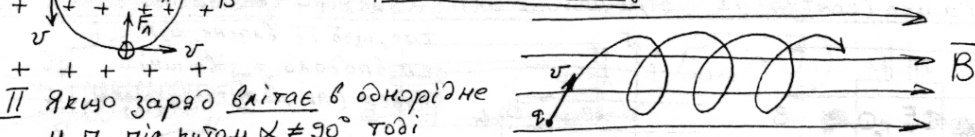
$$F_L = \frac{F_A}{N} = \frac{q v B \sin \alpha}{N} = q n v B \sin \alpha = q v B \sin \alpha$$

$F_L = q v B \sin \alpha$ - сила Лоренца. α - кут між напрямом руху заряду \vec{v} і напрямом м.п. \vec{B}



Рух зарядів в магн. полі:

I Якщо заряд вітає в однорідне м.п. перпендикулярно до лінії поля, тоді він рухається по колу

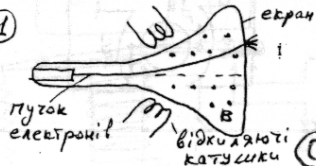


II Якщо заряд вітає в однорідне м.п. під кутом $\alpha \neq 90^\circ$, тоді він рухається по спіралі

III Якщо заряд рухається $\vec{v} \parallel \vec{B}$ паралельно ліній поля: $F_L = 0$, $\vec{v} = \text{const}$.

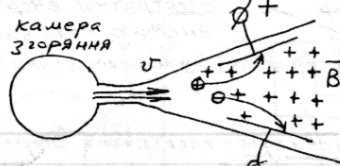
Прояв і застосування F_L :

1 За допомогою м.п. керують рухом електронного пучка в електронно-променевих трубках (кінескопах телевізорів).

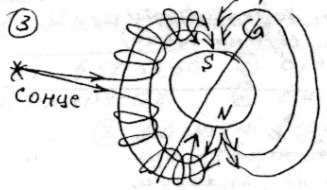


2 МГД - магніто-гідродинамічний генератор - джерело струму.

Розділення зарядів відбувається за допомогою сили Лоренца. Паливо згораючи, перетворюється у сильно іонізований газ (плазма), що витікає через сопло і попадає у сильне м.п., де під дією F_L заряди різних знаків відхиляються в різні сторони і попадають на різні пластини, які і отримують заряд.



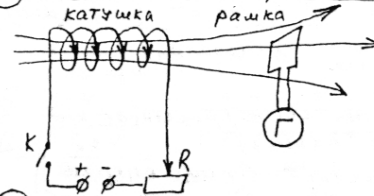
3 Північне сяйво - світіння атмосферного повітря, атоми якого збуджуються, під дією потоків заряджених частинок (електронів, протонів, ядер), що йдуть від Сонця і попадають в м.п. Землі відхиляються до полюсів, де і взаємодіють з частинками атмосфери.



- 10 кл. 1 Повторити тему "Електромагнітні явища" (8 кл) виконати задачу №5
 2 F_L залежить...
 3 Правило лівої руки для сили Лоренца... 4 маспектрометр...

K-52 Явище електромагнітної (е.м.) індукції (англ. М.Фарадей 1831р.) - виникнення електричного струму: 1 в провіднику, що знаходиться у змінному магнітному полі або 2 в провіднику, що рухається в магнітному полі (перетинає лінії м.п.) - індукційний струм.

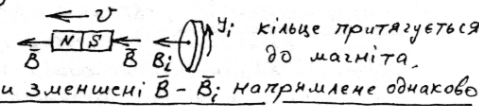
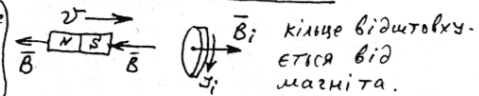
I Досліди по спостереженню явища е.м. індукції:



Індукційний струм у рамці виникає при:
 1 замиканні і розмиканні вимикача К, переміщенні повзунка реостата R, переміщенні катушки, введенні в катушку осердя
 2 переміщенні рамки в м.п., поворотах рамки в м.п.

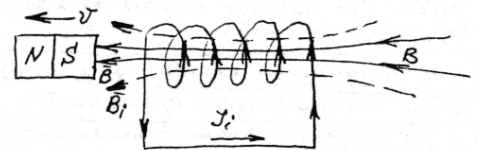
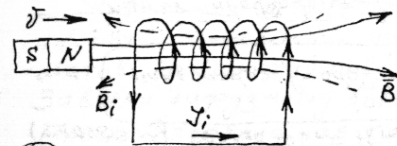
II Напрямок індукційного струму визначають за правилом Ленца:

Індукційний струм створює індукційне магн. поле \vec{B}_i , що протидіє зміні магн. поля \vec{B} , яке викликає індукційний струм



При збільшенні $\vec{B} \rightarrow \vec{B}_i$ протилежне

При зменшенні $\vec{B} \rightarrow \vec{B}_i$ напрямлене однаково



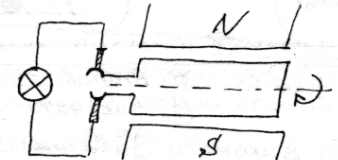
III Суть явища е.м. індукції:

1 Виникнення індукційного струму в провіднику, що знаходиться у змінному м.п. пояснюється виникненням вихрового електричного поля, під дією якого і виникає струм (Максвелл)

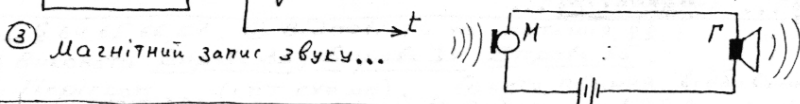
2 Виникнення індукційного струму в провіднику, що рухається в м.п. пояснюється дією сили Лоренца на вільні заряди в провіднику

IV Застосування е.м. індукції:

1 Електромагнітний індукційний генератор - джерело струму (но електростанціях) - рамка обертається в м.п.



2 Мембрана мікрофон (індукційний) - перетворює механічні коливання повітря (звук) в електричні коливання (змінний струм).



3 Магнітний запис звуку...