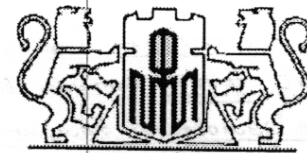


Handwritten signature



Лвівський фізико - математичний ліцей

Алексейчук Володимир Іванович
конспекти з фізики

8 клас II семестр
Електрика . Магнетизм . Оптика .

- 1999 -

K-31 1897р Дж. Томсон (англ.) відкрив електрон - e

e - елементарна частинка, що має масу і приймає участь в е.м. взаємодії, тобто має електричний заряд

$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл негативний

В наш час відомо:

- 1. Носіями електричного заряду є деякі елементарні частинки, мати заряд - властивість деяких елементарних частинок.
- 2. Заряди всіх елементарних частинок, що мають заряд - однакові $|q| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

протон - p - елементарна частинка з позитивним зарядом $q_p = |q_e| = e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл - елементарний заряд - мінімально можливі в природі заряд.

- 3. Існують елементарні частинки, що не мають заряду нейтрон - n $q_n = 0$ фотон (частинка світла) $q_\gamma = 0$
- 4. Заряд макротіл зумовлений тим, що всі тіла складаються з заряджених елементарних частинок.

$q_{тіла} = \sum q_{елемент. частинок}$

Заряд тіла (кількість електрики) $q = 0$ (нейтральний) $N_e = N_p$ однакова кількість електронів і протонів
 $q > 0$ (позитивний) $N_p > N_e$ недостата електронів.
 $q < 0$ (негативний) $N_e > N_p$ надлишок електронів.

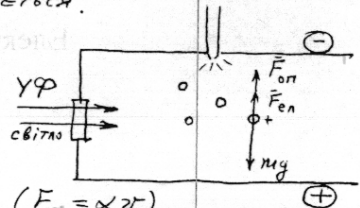
- 5. Заряд тіла - дискретний. Дискретність заряду тіла означає, що його величина завжди кратно елементарному заряду $q_{тіла} = N \cdot e$ N - ціле число
 $q \neq 0,2 \cdot 10^{-19}$ Кл $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл $q \neq 2,5 \cdot 10^{-19}$ Кл $q = 4,8 \cdot 10^{-19}$ Кл.
 У більшості макроявиць беруть участь величезні кількості електронів, тому дискретність заряду не проявляється.

Дослід Міллікена (амер.)

Маленькі краплини олії розпилюють між двома зарядженими пластинами. (при розпиленні краплинки отримують заряд).

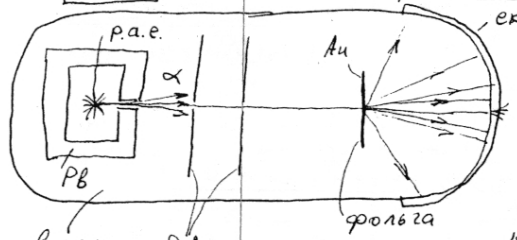
Рух краплин рівномірний $mg = F_{ел} + F_{опору}$ ($F_{оп} = \alpha v$).
 Якщо краплинки опромінювати (освітлювати) ультрафіолетовим (УФ) промінням їх заряд, відповідно змінюється швидкість, що фіксують за допомогою мікроскопа.

Розрахунки показали: Заряди краплин мінялись на $\Delta q = N \cdot e$ - кратно елементарному.



- Зкл § 29 1. Відповісти на запитання в кінці §
 2. Виконати Вправу 12
 3. Фото ефект ...

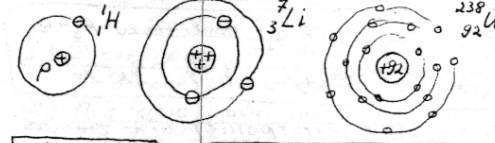
K-32 Дослід Резерфорда (англ.) по вивченню будови атома.



У досліді вивчалось розсіяння α -частинок на атомах Au. У свинцевий контейнер (Pb) з вузьким отвором поміщали радіоактивний елемент (р.а.е.), який самовільно (спонтанно) весь час викидає з себе α -частинки ($q_\alpha = +2e$), які проходять крізь діафрагми (пластини Pb з маленькими отворами), утворюючи вузький пучок і попадали на золоту (Au) фольгу (дуже тонка пластинка). У фользі α -частинки взаємодіяли з атомами Au і розсіювались (змінювали напрям свого руху). Далі α -частинки попадали на екран з ZnS (властивість екрану (як в телевізора) - точка в яку попадає α -частинка засвітується). "Сліди" α -частинок на екрані спостерігали за допомогою мікроскопа.

Результат досліду: виявили α -частинки, що відхилялись на кути $> 90^\circ$

Висновки: 1. Атом має планетарну будову. - у центрі знаходиться



масивне ядро, що має позитивний заряд, навколо якого рухаються легкі електрони. Ядро складається з протонів і нейтронів.

Атом $R_a \approx 10^{-10}$ м = Ядро $R_\alpha \approx 10^{-15}$ м, $q_\alpha > 0$ (протони + нейтрони) + електрони $\sum q_e < 0$

- 2. Атом електронейтральний $q_a = 0$ Позитивний заряд ядра = негативному заряду електронів $0 = q_{атома} = \sum q_p + \sum q_e \Rightarrow N_p = N_e$

Кількість протонів у ядрі = кількості електронів навколо ядра.
 Z - порядковий номер елемента у табл. Менделєєва.
 Z - кількість протонів у ядрі Z - кількість електронів навколо ядра.

$q_{ядра} = Z \cdot q_p = Z \cdot e$

- 3. Практично вся маса атома зосереджена у його ядрі $m_{ат} \approx m_{ядра} \gg \sum m_{електр.}$
- 4. Атом пустий (розміри атома - розміри його електронної оболонки) $R_{ат} = R_{електр. обол} \gg R_{ядра}$. (вишенька на дуже великій площі)
- 5. Атоми достатньо легко можуть віддавати і захоплювати електрони стаючи іонами.
- 6. \oplus іон = атом - електрон \ominus іон = атом + електрон

- Зкл. § 30 1. Відповісти на запитання в кінці §
 2. Виконати Вправу 13
 3. Атом ... $m_p = \dots$ $m_e = \dots$

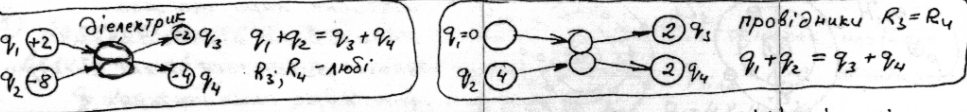
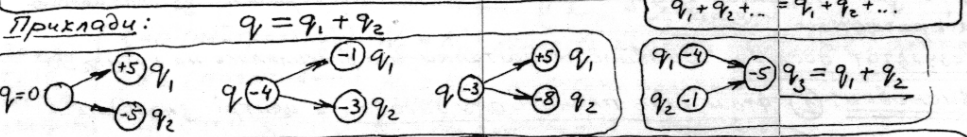
К-33 Електромагнітна (е.-м.) взаємодія (електрична взаємодія) - взаємодія заряджених частинок - передається через електричне поле

Електричне поле: Майкл Фарадей англ.

I Матеріальне (реальне) II Має певні властивості:

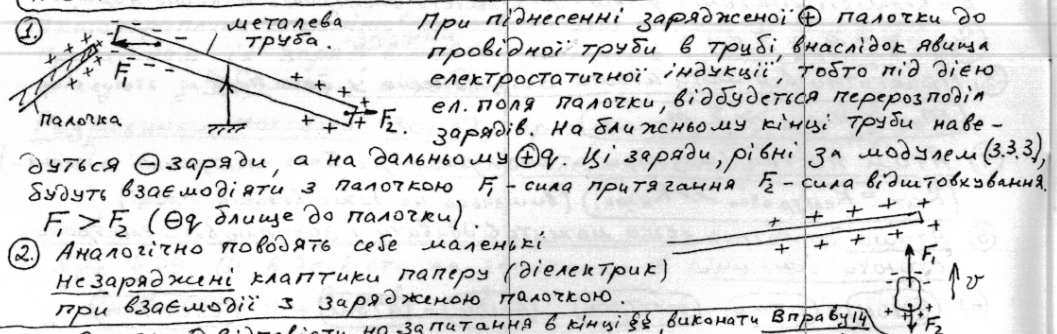
1. Виникає навколо зарядів- q (заряджених тіл, частинок)
основна характеристика ел. поля E - напруженість ел. поля
 2. Діє на заряди з певною силою $F = q \cdot E$
 3. Здатне виконати роботу $A_{12} = q \cdot U_{12}$ - володіє енергією.
 U_{12} - напруга - характеризує роботу, що виконує ел. поле переміщуючи заряд в 1 Кл з точки 1 в точку 2 ел. поля.
- Закон збереження заряду (З.З.З.)

У будь якій замкнутій (ізолюваній) системі алгебраїчна сума всіх електричних зарядів залишається постійною.
 $q_1 + q_2 + \dots = \text{const}$
 $q_1 + q_2 + \dots = q_1' + q_2' + \dots$



Електризація тіл - перерозподіл зарядів (електронів) між тілами при безпосередньому контакті.
Заряди тіл рівні за модулем і протилежні за знаком ($q_1 = |q_2|$)

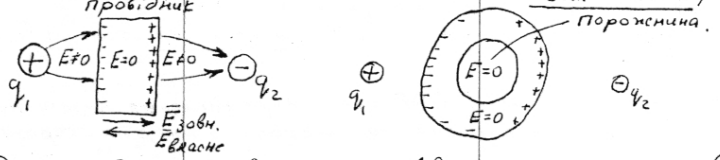
Електростатична індукція (наведення) - виникнення нескомпенсованих зарядів (індукованих зарядів) різних знаків в ретовині, при внесенні її в зовнішнє ел. поле, внаслідок зміщення під дією зовнішнього ел. поля позитивних і негативних зарядів ретовини (електронів, іонів, ядер).



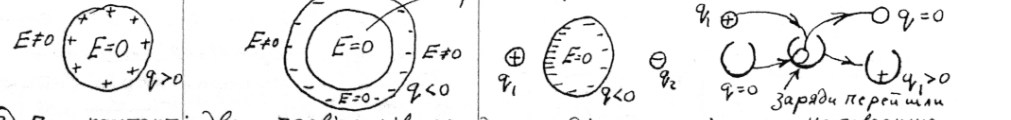
8 кл. § 28, 31 1 Відповіді на запитання в кінці § 2 виконати впрабу 14
10 кл. ел. поле 2 Виконати завдання 8 3 Ідея Фарадея... 4 З-н Кулона...
 $F = k \frac{q_1 q_2}{R^2}$
З-н Кулона - основний з-н електричної взаємодії, $k = 9 \cdot 10^9 \frac{Н \cdot м^2}{Кл^2}$ - стала.
 $q_1 q_2$ - заряди взаємодіючих тіл. (токових) R - відстань між тілами.
Кулонівські сили - центральні - діють уздовж прямої, що проходить через центри зарядів тіл.

К-34 I Провідники в електричному полі:

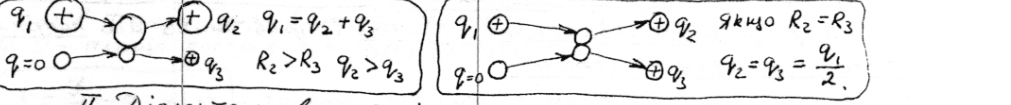
1 В середині незарядженого провідника, що знаходиться у зовнішньому ел. полі, електричного поля немає ($E=0$) (зовнішнє ел. поле скомпенсовується ел. полем (власним) індукованих зарядів $E_{звн.ел} = -E_{власне}$)



2 В середині зарядженого провідника ел. поля немає ($E=0$) (заряди розподіляються по поверхні). (Найбільше зарядів на виступах).



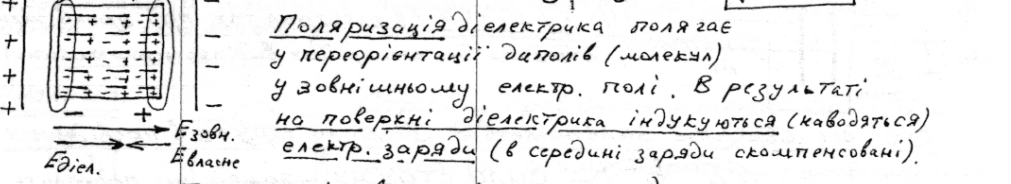
3 При контакті двох провідників заряд розподіляється між обома. (якщо дві однакові кулі - заряди однакові)



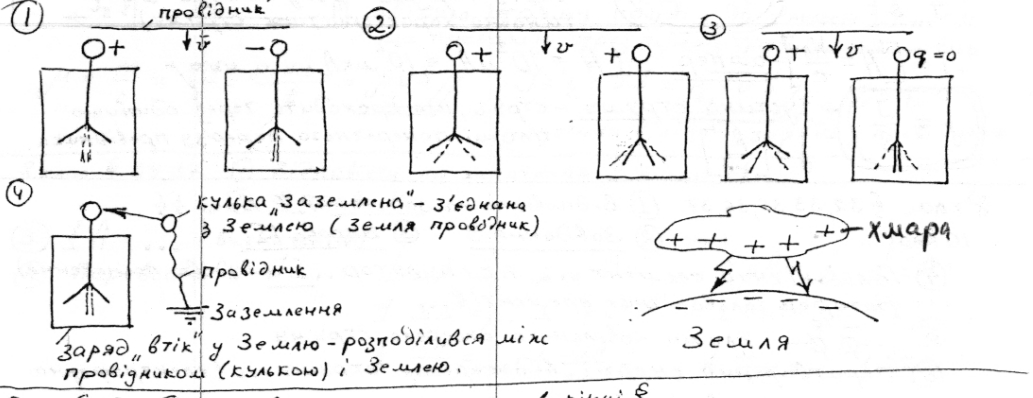
II. Діелектрики в ел. полі:

1 Діелектрики послаблюють ел. поле $\epsilon = \frac{E_{звн.ел}}{E_{діел.}} = \frac{E_{звн.ел}}{E_{звн.ел} - E_{власне}}$ - (3 таблиці)
 ϵ - діелектрична проникність ретовини.

2 Під дією зовнішнього ел. поля відбувається поляризація діелектрика. Полярні діелектрики складаються з молекул в яких позитивний і негативний заряди розділені, тобто молекули є диполями



Електричні явища (пояснення...)



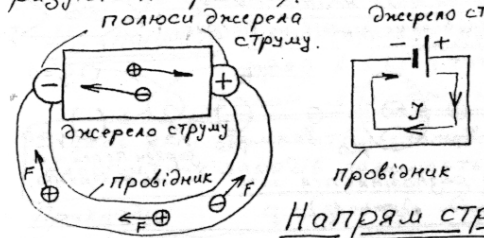
8 кл § 27 1 Відповіді на запитання в кінці § 10 клас. 2 Електростатичний захист... Екранування...
Пізоізоляція... Електроізоляція... Електроізоляція...

К-35 Електричний струм - впорядкований (направлений) рух заряджених частинок.

Носії струму - заряди, що створюють електричний струм.
(метал - електрони, електроліт - іони, газ - електрони і іони).

- Умови існування струму
1. Треба мати провідники, які утворюють замкнуте електричне коло (металічні дроти).
 2. Кінці провідників під'єднують до джерела електричного струму (для створення електричного поля в середині провідників).

Джерела струму - пристрої в яких відбувається розділення негативного і позитивного зарядів, тобто накопичується електрична енергія (характеризують напругою).

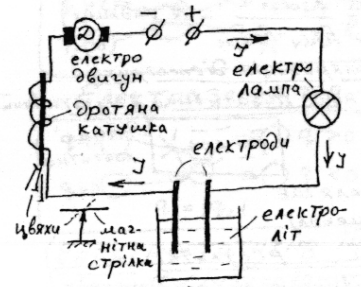


Вільні заряди в провіднику рухаються під дією сил з боку електр. поля, що створюється джерелом струму, на полюсах якого виникають \oplus і \ominus заряди.

Напряг струму - від \oplus до \ominus джерела струму,

тобто напряг руху позитивних зарядів в провіднику, або напряг протилежний руху електронів.

Наявність струму виявляють за його діями:



- I Магнітна (навколо провідника з струмом виникає магнітне поле) - основна дія струму - є завжди.
- II Теплова (при проходженні струму провідники нагріваються) (крім вакууму і надпровідників).
- III Хімічна (в електролітах, при проходженні струму, на електродів виділяється речовина).

Всі дії струму залежать від I - сили струму в провіднику

$I = \frac{q}{t}$ - сила струму - заряд, що проходить через переріз провідника за 1с (основна характеристика струму).

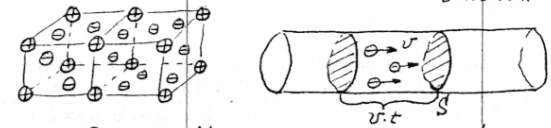
$I = [A = \frac{Kл}{с}]$ - ампер $1A = 10^3 mA = 10^6 \mu A$ $\mu k = \mu$

$j = \frac{I}{S}$ - густина струму - струм, що проходить через одиничну площу поперечного перерізу провідника.
 $j = [\frac{A}{m^2}]$

8 клас § 32, 33, 35, 36, 37 ① Відповіді на запитання в кінці §§
10 клас... ② Завдання 9 ③ Вправа 15

- ④ Гальванічний елемент... Акумулятор... (будова, позначення). Батарея гальванічних елементів...
- ⑤ $\ominus \oplus$ класи довільного джерела струму.
- ⑥ Перетворення енергії в джерелах струму... (електродвигун, гальванічний елемент, фотоеlement, термоelement).
- ⑦ Електроліз... ⑧ Умовні позначення на ел. схемах

К-36 Струм у металах = впорядкований + хаотичний рух вільних електронів.

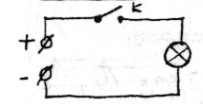


$I = \frac{q}{t} = \frac{q_0 \cdot N}{t} = \frac{q_0 \cdot n \cdot V}{t} = \frac{q_0 \cdot n \cdot v_d \cdot S}{t} = q_0 \cdot n \cdot v_d \cdot S$

$I = q_0 \cdot n \cdot v_d \cdot S$ - сила струму у провіднику визначається:

- ① $q_0 = |e| = 1,6 \cdot 10^{-19} Kл$ - заряд електрона - заряд носія струму
- ② $n = v \cdot n_A = v \cdot \frac{\rho}{m_0}$ - n - концентрація носіїв струму (електронів)
 v - валентність метала. ρ - густина. n_A - концентрація атомів.
 m_0 - маса атома (з табл. Менделєєва).
- ③ $v_d = \frac{I}{q_0 \cdot n \cdot S}$ - швидкість впорядкованого руху електронів
Для мідного (Cu) провідника, площею перерізу $10 mm^2$ при $I = 10 A$ $v_d = 0,04 \frac{mm}{с}$!! ця швидкість у 100 мільйонів разів менша за швидкість теплового руху електронів
- ④ S - площа поперечного перерізу провідника

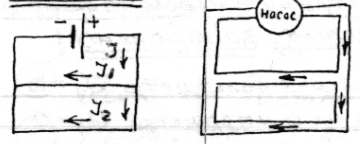
$j = \frac{I}{S} = q_0 \cdot n \cdot v_d$ - густина струму у провіднику



При включенні електричного струму лампа загоряється практично миттєво. Це означає, що швидкість поширення струму \gg за швидкості упорядкованого руху носіїв струму.

Виникнення струму пов'язано з виникненням електричного поля у провіднику, а швидкість поширення електр. поля рівна швидкості світла $v = c = 300000 \frac{km}{с}$, тому струм у електричному колі виникає практично миттєво.

Аналогія.



Струм у провіднику найпростіше уявляти собі, як течію рідин по трубах. Джерело струму характеризується напругою, насос - різницею тисків.

I - сила струму подібна до кількості рідини μ , що проходить через переріз труби за одиничну годину.

$\mu = \frac{m}{t} = \frac{\rho V}{t} = \frac{\rho \cdot v_d \cdot S \cdot t}{t} = \rho v_d S$

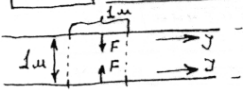
$I = q_0 \cdot n \cdot v_d \cdot S = \rho_{el} \cdot v_d \cdot S$ $\rho_{el} = q_0 \cdot n$ - густина вільного заряду у провіднику.

8 клас § 34, 37 ① Відповіді на запитання в кінці §§
② Вправа 16

③ 1 A - ... (визначення)

- ④ Перевести у SI
- | | | | |
|---------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 1 mA = ... | 1 μA = ... | 1 nA = ... | 1 kA = ... |
| 1 mm ² = ... | 1 cm ² = ... | 1 m ² = ... | 1 km ² = ... |
| 1 $\frac{mA}{mm^2}$ = ... | 1 $\frac{mA}{cm^2}$ = ... | 1 $\frac{mA}{\mu m^2}$ = ... | 1 $\frac{cm}{mm}$ = ... |

K-37 1 A - сила струму, при якій, у двох нескінченно довгих паралельних провідниках, розташованих на відстані 1 м , виникають сили взаємодії (притягання, відштовхування) $2 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$ на кожен метр довжини.

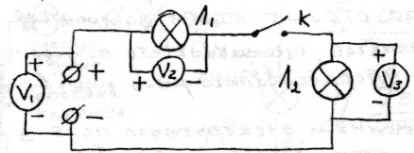


A - Амперметр - прилад для вимірювання сили струму, включають послідовно з тим приладом в якому міряють струм, тобто, в розрив електричного кола (⊕ амперметра дивиться на ⊕ джерела струму, ⊖ на ⊖).
 При послідовному з'єднанні провідників (один за другим), сила струму у всіх перерізах кола однакова.
 Для людини $\begin{cases} I < 2 \div 3 \text{ мА} - \text{безпечний струм!} \\ I > 100 \text{ мА} - \text{смертельний струм!} \end{cases}$

A - робота струму - робота сил електричного поля, яке створює електричний струм. Залежить від сили струму в колі і напруги на кінцях провідника.

$U = \frac{A}{q}$ - Напруга між двома точками поля (точками провідника) тисельно рівна роботі електричного поля по переміщенню заряду 1 Кл між цими точками. U - характеристика джерела.

V - Вольтметр - прилад для вимірювання напруги, його виводи підключають до точок, між якими вимірюють напругу (⊕ до точки, що з'єднана з ⊕ джерела, ⊖ до ⊖), тобто підключають паралельно до елемента на якому міряють напругу.



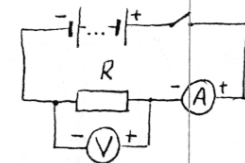
V_1 - міряє напругу на джерелі
 V_2, V_3 - напруга на лампочках L_1, L_2
 $U_1 = U_2 + U_3$ - Робота джерела струму рівна сумі робіт на окремих ділянках кола.

1. Для вимірювання напруги джерела, вольтметр під'єднують до джерела ⊕ до ⊕, ⊖ до ⊖.
 2. **Увага!!!** Вимірювати силу струму джерела підключаючи амперметр до джерела **заборонено!**

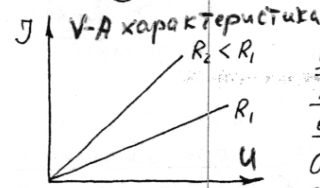
У випадку ідеальних приладів струм через вольтметр $I_V = 0$ напруга на амперметрі $U_A = 0$.

8 клас §§ 37, 38, 39, 40, 41 ① Відповісти на запитання §§
 10 клас ② Виконати Вправи 17, 18.

K-38 1827р. Георг Ом (нім.) на основі тисельних експериментів встановив:



1. Сила струму в провіднику прямопропорційна напрузі на кінцях провідника ($I \sim U$)
2. Сила струму залежить від властивостей провідника (матеріал, геометричні розміри) - електричного опору провідника - R .



R - електричний опір - основна характеристика провідника - визначає здатність провідника обмежувати силу струму в провіднику.

Опір металів пов'язаний з розсіянням вільних електронів на теплових коливаннях іонів кристалічної решітки і на дефектах кристалічної решітки!!

$I = \frac{U}{R}$ - 3-н Ома для однорідної ділянки кола

ρ - Провідники, що мають опір, на схемах позначають прямокутником.
 $R = [\Omega = \frac{B}{A}]$ - опір провідника ($1 \text{ км} = 10^3 \text{ м}$ $1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$)

$R = \rho \frac{l}{S}$ - опір провідника залежить: $\begin{cases} l - \text{довжина провідника (м)} \\ S - \text{площа перерізу провідника (м}^2\text{)} \quad S = \pi r^2 \\ \rho - \text{питомий опір (з таблиць).} \end{cases}$

$\rho = \frac{RS}{l}$ [$\Omega \cdot \text{м}$] - питомий опір визначається матеріалом провідника, домішками і температурою.

Вимірювальні прилади теж мають опір.
 Для ідеальних приладів: $R_{iA} = 0$ $R_{iV} = \infty$

8 кл. §§ 42, 43, 44, 45 ① Відповісти на запитання §§
 ② Виконати Вправи 19, 20.

③ $\rho_{\text{Cu}} = \dots$ $\rho_{\text{сталь}} = \dots$ $\rho_{\text{Al}} = \dots$ $\rho_{\text{Ag}} = \dots$

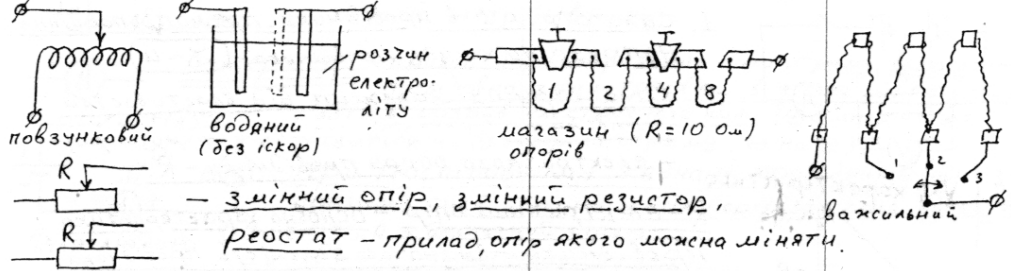
④ Провідники у яких $R \approx 0$ позначають лінією (так позначають з'єднувальні провідники електричного кола).

⑤ $\Lambda = \frac{1}{R}$ - провідність провідника [Ω^{-1}] сіменс.
 $I = \Lambda \cdot U$ - 3-н Ома [$\text{Cm} = \Omega^{-1}$]

⑥ $\sigma = \frac{1}{\rho}$ - питома провідність роговини.

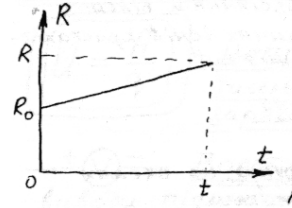
$R = \frac{l}{\sigma S}$ $\Lambda = \frac{\sigma S}{l}$ - провідність провідника.

K-39 R - опір, резистор, провідник, що має постійний електричний опір (спіралі електронагрівальних приладів)



змінний опір, змінний резистор, реостат - прилад, опір якого можна міняти.

Опір металів залежить від температури - при збільшенні температури опір металів зростає. (Це пояснюється зростанням коливань іонів кристалічної решітки метала).



$R = R_0(1 + \alpha \Delta t)$ - Залежність опору метала від температури. $(R = R_0(1 + \alpha \Delta T))$

R_0 [Ом] - опір метала при температурі t_0 (°C) або T_0 (K)

$\alpha = \frac{R - R_0}{R_0 \Delta t}$ - Температурний коефіцієнт опору (з таблиць) $\alpha \ll 1$

$R_2 = R_1(1 + \alpha \Delta t)$ - Наближена формула для розрахунку опору. (При вкюченні опір електроламп зростає ≈ 10 разів. R_1 - опір при t_1 , R_2 - опір при t_2 .)

Для розчинів електролітів $R = R_0(1 - \alpha \Delta t)$ - опір електроліта із збільшенням температури зменшується.

Надпровідність (1911р Камерлінг-Оннес голанд. Нз $T_k = 4,2$ K)

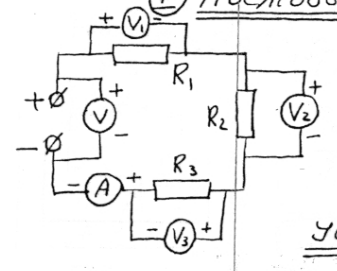


- явище різкого спадання опору до нуля $R_{надпр.} = 0$ ($R \sim 10^{28}$ Ом) (відкрите для більшості металів і деяких сплавів) Якщо у замкнутому надпровіднику створити струм і забрати джерело, то струм існуватиме як завгодно довго без зміни. Надпровідність - можна пояснити тільки на основі квантової теорії.

Якн. § 46, 47 ① Відповісти на запитання § § 10 кл. ② Виконати Вправа 21, 22

- ③ $\alpha_{Cu} = \dots \alpha_{ніхром} = \dots \alpha_{сталь} = \dots \alpha_{константан} = \dots$
- ④ Зобразити графік залежності опору електроліту від температури
- ⑤ Зобразити графік залежності питомого опору металу від температури.
- ⑥ Термометр опору 1. Схема... 2. Принцип дії...
- ⑦ Журнал "Світ фізики" №2 1938р. Джон Бардін ст. 18.
- ⑧ Високотемпературна надпровідність...

K-40 Закони з'єднання провідників.



Послідовне ① $I_{заг} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$ - струм у всіх ділянках послідовно-го кола однаковий.

② $U_{заг} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$ - Загальна (повна) напруга дорівнює сумі напруг на окремих ділянках кола

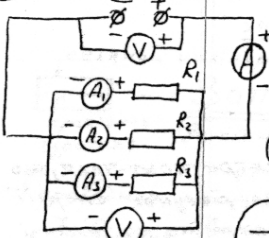
③ $U_{заг} = I R_{заг}$, $U_1 = I R_1$, $U_2 = I R_2 \dots$

Увага! Закони Ома можна писати для кожного опору окремо і для всієї ділянки разом $I \cdot R_{заг} = I R_1 + I R_2 + I R_3 \Rightarrow R_{заг} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ - Загальний (повний) опір кола при послідовному з'єднанні дорівнює сумі опорів.

Загальний опір це такий опір, яким можна замінити всі опори, щоб струм в колі залишився незмінним. $R_{заг}$ при послідовному з'єднанні завжди більше найбільшого опору кола.

④ Якщо всі провідники кола мають однаковий опір $R_1 = R_2 = R_3 = \dots = R$ тоді $R_{заг} = N \cdot R$ N - кількість опорів.

Паралельне



① $U_{заг} = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$ - Напруга при паралельному з'єднанні на всіх опорах однакова і рівна напрузі джерела (загальній)

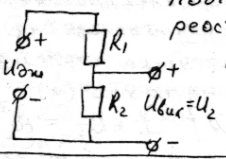
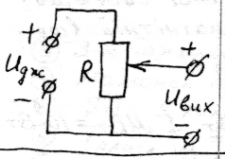
② $I_{заг} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$ - Загальний (повний) струм в колі дорівнює сумі струмів в окремих ділянках.

③ $\frac{1}{R_{заг}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$ - Загальний (повний) опір кола при паралельному з'єднанні визначають з цієї формули.

Якщо 2 опори $\frac{1}{R_{заг}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \Rightarrow R_{заг} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ - $R_{заг}$ завжди менше найменшого опору кола.

④ Якщо $R_1 = R_2 = \dots = R$ тоді $R_{заг} = \frac{R}{N}$ N - кількість опорів.

Подільник напруги - при такому з'єднанні напруга на виході подільника залежить від положення повзунка реостата. При переміщенні повзунка вниз $U_{вих} \rightarrow 0$, при переміщенні вгору $U_{вих} \rightarrow U_{джер}$.



$U_{вих} = U_2$, $R_1 + R_2 = R$, $U_2 = \frac{U_{джер}}{R_1 + R_2} \cdot R_2$

Якн. § 48, 49 ① Відповісти на запитання § § 10 кл. ② Виконати Вправа 23, 24.

- ③ Приклади послідовного з'єднання...
- ④ Приклади паралельного з'єднання...
- ⑤ Зобразити повну схему ялинкової гірлянди розрахованої на 220В, що складається з лампочок на 13,5В.