

10 КЛАСС**КЛАССИЧЕСКИЙ КУРС****РАЗДЕЛ - 3****РАЗДЕЛ - 3****ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

Электродинамика – это раздел физики, в котором рассматриваются свойства и закономерности электромагнитного поля, благодаря которому осуществляется взаимодействие между электрическими заряженными телами и частицами

СОДЕРЖАНИЕ 3-го РАЗДЕЛА

№ блока	Название блока	№ ОК	Параграфы учебника	«Повторим теорию»	Стр.
Блок 8	Электростатика	54 - 62	§83 - 101	Лист - 8	2 – 14
Блок 9	Законы постоянного тока	63 - 68	§102 – 108	Лист - 9	14 – 22
Блок 10	Электрический ток в различных средах	69 - 75	§109 - 123	Лист - 10	23 -32

Сокращения и обозначения:

№ОК – номера опорных конспектов в данном пособии;

Параграф учебника – параграфы учебника « Физика – 10 класс – классический курс – Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев, Н.Н.Сотский»;

«Повторим теорию» - листы с вопросами для уроков «Повторим теорию»;

Стр. – номера страниц данного пособия

РАЗДЕЛ-3**БЛОК-8****БЛОК -8****ЭЛЕКТРОСТАТИКА**

Содержание опорного конспекта	Стр. №	Параграфы учебника	Лист - 8
ОК – 10.3.54	3	§83-86	
1.Что изучает электродинамика?			
2.Электрический заряд			
3.Строение атома			
4.Электризация			
5.Закон сохранения заряда			
ОК – 10.3.55	4	§87,88	
1.Закон Кулона			
2.Единица заряда			
ОК – 10.3.56	5	§89-92	
1.Электрическое поле			
2.Напряженность			
3.Принцип суперпозиции полей			
4.Графическое изображение полей			
ОК – 10.3.57	6	§93	
1.Проводники в электрическом поле			
ОК – 10.3.58	7	§94,95	
1.Диэлектрики в электрическом поле			
3.Диэлектрическая проницаемость			
ОК – 10.3.59	8	§96,97	
1.Работа электрического поля			
2.Потенциальная энергия			
3.Потенциал			
ОК – 10.3.60	9	§97,98	
1.Разность потенциалов			
2.Связь между напряженностью и напряжением			
3.Потенциал заряженного шара			
4.Потенциальная энергия взаимодействия зарядов			
5.Эквипотенциальные поверхности			
ОК – 10.3.61	10	§99	
1.Электроёмкость			
2.Электроёмкость шара			
ОК – 10.3.62	11	§100,101	
1.Конденсаторы			
2.Электроёмкость плоского конденсатора			
3.Энергия заряженного конденсатора			
4.Соединения конденсаторов в батарею			
5.Назначение конденсаторов			

ОК – 10.3.54

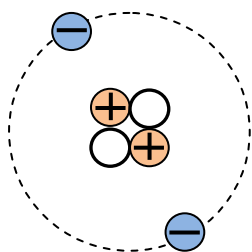
ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

- наука о свойствах и закономерностях поведения электромагнитного поля, осуществляющего взаимодействие между зарядами.

V в. до н.э. – янтарь → электрон → электричество

1. Электрический заряд (q) – физическая величина, определяющая интенсивность электромагнитных взаимодействий.

2. Строение атома



1. Атом – нейтральная частица
2. Число протонов (P) равно числу электронов (\bar{e})
3. $|q_e| = |q_p| = q_{min}$
4. $\bar{e} = -1,6 * 10^{-19}$ Кл (снять заряд с электрона невозможно!)
5. $m_e = 9,1 * 10^{-31}$ кг
6. $Q = ne$ - заряд тела
7. Величина заряда не зависит от скорости движения частиц
8. Недостаток \bar{e} → положительный ион
9. Избыток \bar{e} → отрицательный ион

3. Электризация

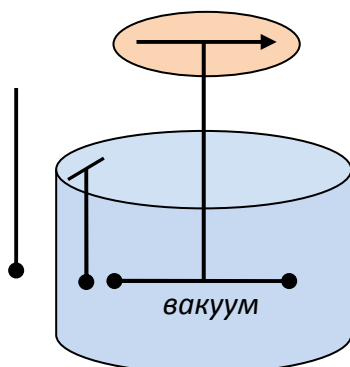
- трение
- через влияние
- удар

Вред от электризации - синтетические ткани,
- текстильное производство,
- перевозка нефтепродуктов,
- копировальные установки и т.п.

4. Закон сохранения заряда – алгебраическая сумма зарядов в изолированной системе постоянна.

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const}$$

ОК – 10.3.55

ЗАКОН КУЛОНА (1785г.)**1. Эксперимент**

$$1. F \sim \frac{1}{R^2}$$

$$2. F \sim |q_1| * |q_2|$$

$$F \sim \frac{|q_1| * |q_2|}{R^2}$$

$$F = k \frac{|q_1| * |q_2|}{R^2}$$

Сила взаимодействия двух точечных неподвижных заряженных тел в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними

2. Единица заряда – Кулон (Кл)

1Кл – это заряд, проходящий за **1с** через поперечное сечение проводника при силе тока в **1А**

1Кл – это сумма зарядов $6,25 * 10^{18}$ электронов

3. Коэффициент пропорциональности (экспериментально)

$$k = \frac{FR^2}{|q_1| * |q_2|} = \frac{\text{Нм}^2}{\text{Кл}^2}; \quad k = 9 * 10^9 \frac{\text{Нм}^2}{\text{Кл}^2} \text{ (вакуум)}$$

$$1\text{Кл} \oplus \cdots \overset{F = 9 * 10^9 \text{ Н}}{\text{---}} \cdots \ominus 1\text{Кл}$$

$$R = 1\text{ м}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0}$$

4. Диэлектрическая проницаемость среды (ϵ)

– характеризует электрические свойства среды

$$\epsilon = 1 - \text{вакуум}$$

5. Электрическая постоянная (ϵ_0)

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8,85 * 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Нм}^2}$$

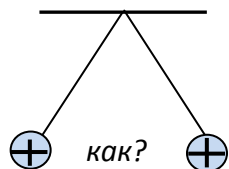
6. Закон Кулона для среды - в СИ

$$F = k \frac{|q_1| * |q_2|}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$$

ОК – 10.3.56

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

- вид материи, посредством которой происходит взаимодействие электрических зарядов

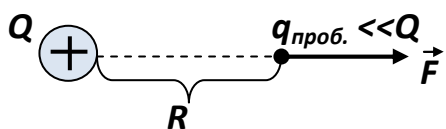


1. Теория дальнодействия – мгновенное действие на расстоянии

2. Теория близкодействия - Фарадей, Максвелл

- 1. Свойства электрического поля** – порождается электрическим зарядом,
 - обнаруживается по действию на заряд,
 - действует на заряд с силой.

2. Напряженность – силовая характеристика поля



Опыт:

$$\begin{matrix} q \text{ --- } F \\ 2q \text{ --- } 2F \\ \hline F \sim q \end{matrix}$$

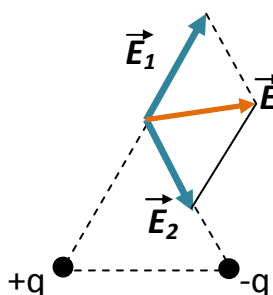
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{|q|} = \frac{H}{КЛ}$$

$$E = \frac{kQq}{R^2 a} = k \frac{Q}{R^2}$$

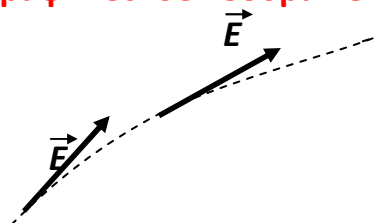
- напряженность поля созданного точечным зарядом
 Q – заряд, создающий поле

3. Принцип суперпозиции полей

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 \dots$$



4. Графическое изображение поля



Силовая линия – это линия, касательная к которой в каждой точке поля совпадает с вектором напряженности

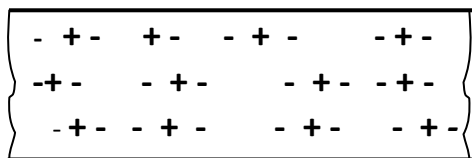
- Свойства:**
- нигде не пересекаются,
 - не замкнуты,
 - начинаются на (+) заряде, а кончатся на (-)
 - через каждую точку поля можно провести одну силовую линию.

уединенный заряд	неоднородное поле	однородное поле

ОК – 10.3.57

ПРОВОДНИКИ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

1. «Поля нет»



Свободные заряды совершают тепловое движение

«Электронный газ»

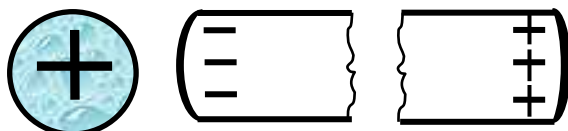
2. «Поле есть»



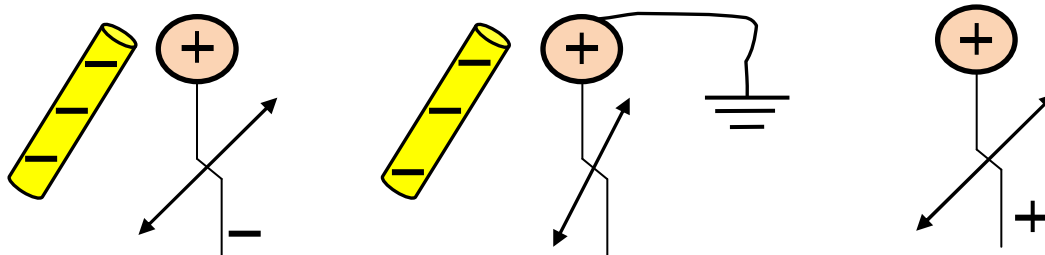
Электростатическая индукция -
разделение разноименных зарядов
в проводнике, помещенном в эл. поле.
(Электризация через влияние)

На \vec{e} действует сила, возникает кратко-
временный ток, до тех пор, пока $E_{\text{внутр.}} = E_{\text{внеш.}}$

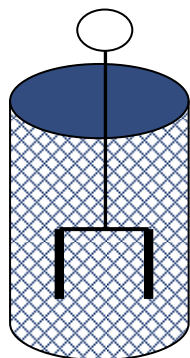
Заряды можно закрепить



3. Зарядка электрометра



4. Электрический ток проводников.



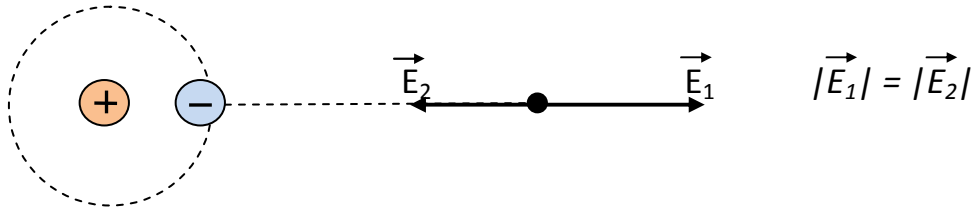
- внутри проводника при равновесии зарядов $E=0$ и $q=0$,
- весь статический заряд сосредоточен на его поверхности,

«Защита приборов от внешних полей»

ОК – 10.3.58

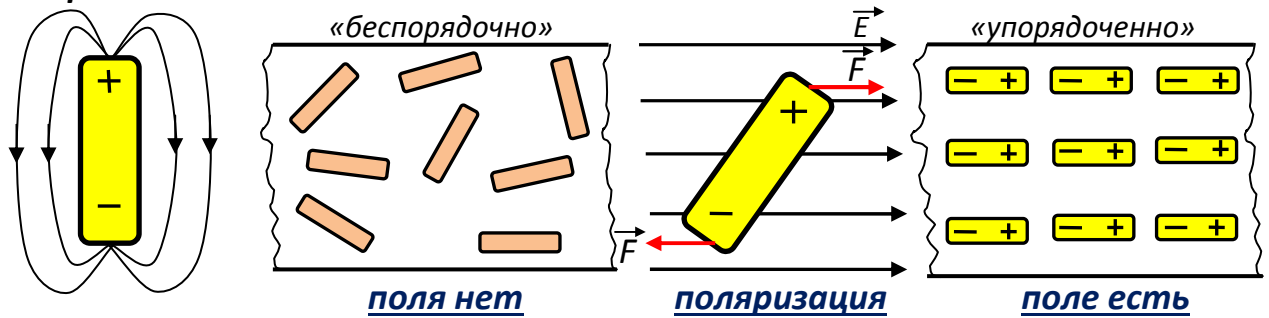
ДИЭЛЕКТРИКИ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

1. Свободные заряды отсутствуют (воздух, стекло, эбонит, фарфор, дерево)

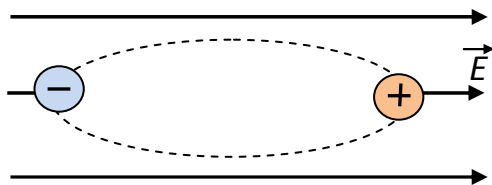


2. Наличие диполей

а. полярные диполи

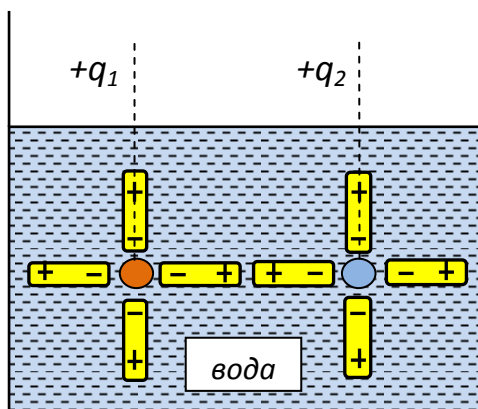


б. неполярные диполи (инертные газы, кислород, водород и др.)



под влиянием внешнего поля центры зарядов смещаются - диэлектрик поляризуется

3. Диэлектрическая проницаемость среды (ϵ)



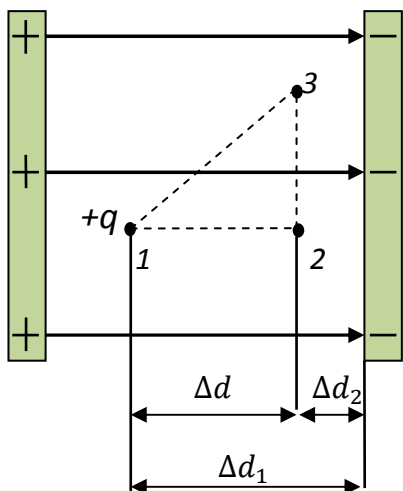
$$\epsilon = \frac{E_0}{E}$$

- вода = 81
- эбонит = 4
- стекло = 7

- внутри диэлектрика поле ослабевает,
- степень ослабления зависит от свойств диэлектрика,
- вокруг зарядов q_1 и q_2 действия диполей некомпенсированы, они и ослабляют поле

ОК – 10.3.59

РАБОТА ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ



$$A_{12} = F S \cos(F, S) = q E \Delta d$$

$$A_{23} = 0, \text{ т.к. } \cos 90^\circ = 0$$

$$A_{31} = -q E \Delta d, \text{ т.к. } \cos 180^\circ = -1$$

$$A_{1231} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0$$

Электростатическое поле потенциально

- а. работа не зависит от формы траектории
- б. работа по замкнутому контуру равна 0

Потенциальная энергия

$$A = q E \Delta d = q E (d_1 - d_2) = - (q E d_2 - q E d_1)$$

По 3.С.Э. $A = - \Delta W_p = - (W_{p2} - W_{p1})$

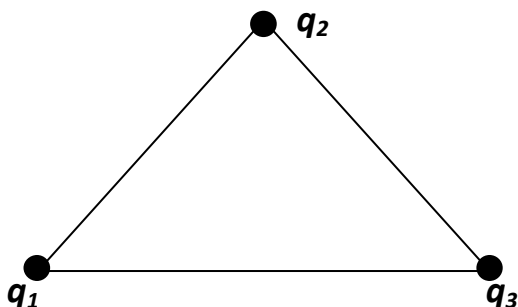
$W_p = q E d$ - потенциальная энергия заряда в данной точке поля

ПОТЕНЦИАЛ

- энергетическая характеристика поля

$$\varphi = \frac{W}{q} = \frac{2W}{2q} = \text{const}; \quad \varphi = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ Кл}} = 1 \text{ В}$$

φ - скаляр, $\varphi > 0$, если $+q$, $\varphi < 0$, если $-q$



$\varphi = \pm \varphi_1 \pm \varphi_2 \pm \varphi_3$

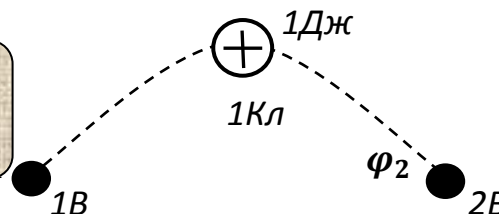
ОК – 10.3.60

РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ

1. Разность потенциалов (напряжение)

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}) = -(q\varphi_2 - q\varphi_1) = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi = U = \frac{A}{q}; \quad U = \frac{1\text{Дж}}{1\text{Кл}} = 1\text{В}$$



2. Связь между E и U

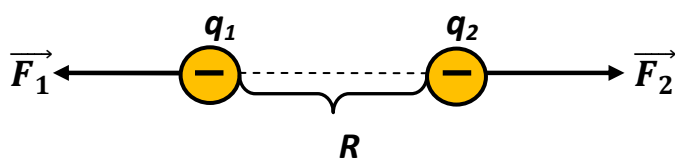
$$\begin{aligned} A &= q E \Delta d \\ A &= q U \end{aligned}$$

$$E = \frac{U}{\Delta d} = \frac{1\text{В}}{1\text{м}} = 1 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

3. Потенциал заряженного шара

$$\varphi_{\text{шара}} = k \frac{q}{R_{\text{шара}}}; \quad \varphi_{\text{внутри шара}} = \varphi_{\text{на поверхности}}$$

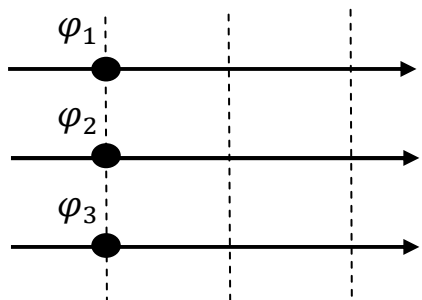
4. Потенциальная энергия взаимодействия зарядов



$$W = FR$$

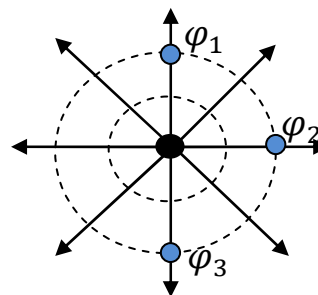
$$W = k \frac{|q_1||q_2|}{R}$$

5. Эквипотенциальные поверхности – поверхности, имеющие одинаковый потенциал



$$\alpha = 90^\circ$$

$$A = 0$$



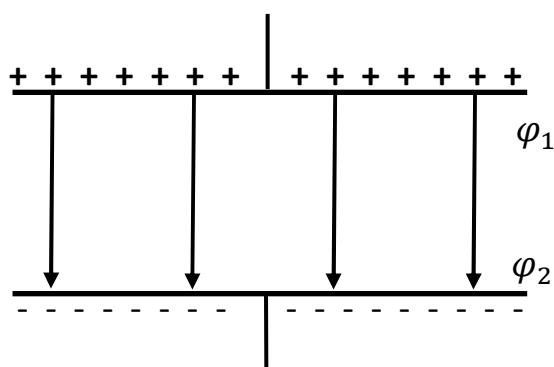
$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3$$

ОК – 10.3.61

ЭЛЕКТРОЁМКОСТЬ

- способность двух проводников накапливать электрический заряд

1. Электроёмкость уединенного проводника



$$C = \frac{q}{U} = \frac{2q}{2U} = \frac{3q}{3U} = \text{const}$$

$$C = \frac{q}{U} = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$$

Электроёмкость уединенного проводника называется физической величиной, численно равная отношению заряда одного из проводников к разности потенциалов между ними

$$C = \frac{1\text{Кл}}{1\text{В}} = 1\text{Ф (Фарад)}$$

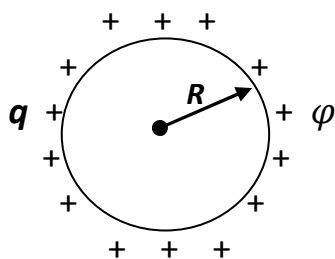
«С» зависит от:

- размеров проводника
- среды

«С» не зависит от:

- заряда
- разности потенциалов
- вида материала

2. Электроёмкость шара



$$\Delta\varphi_{\text{шара}} = U_{\text{шара}} = k \frac{Q}{R_{\text{шара}}}$$

$$C_{\text{шара}} = \frac{Q}{U_{\text{шара}}} = \frac{Q}{kQ/R} = \frac{R}{k}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon}$$

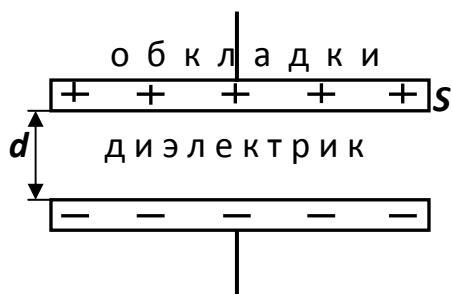
$$C_{\text{шара}} = 4\pi\epsilon_0\epsilon R$$

$$C_{\text{Земли}} = \frac{6,4 * 10^6 \text{ м}}{9 * 10^9 \text{ Нм}^2/\text{Кл}} = 7 * 10^{-4} \text{ Ф} = 700 \text{ мкФ}$$

ОК – 10.3.62

КОНДЕНСАТОРЫ

1. Устройства и свойства



$$- d \ll S$$

- способны накапливать большой заряд,

- всё электрическое поле сосредоточено внутри

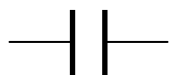
- под зарядом понимают заряд одной из пластин

2. Виды конденсаторов

1. по типу диэлектрика - воздушные, слюдяные, керамические, бумажные, электролитические

2. по способности изменять емкость

постоянный



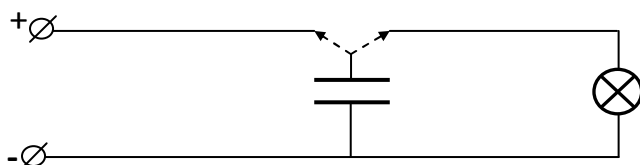
переменный



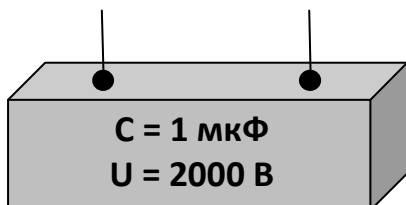
3. Электроёмкость плоского конденсатора

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

4. Энергия заряженного конденсатора



$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$



$$W = \frac{CU^2}{2} = 2 \text{ Дж}$$

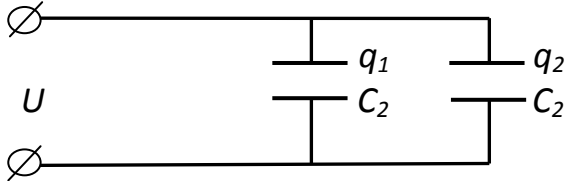
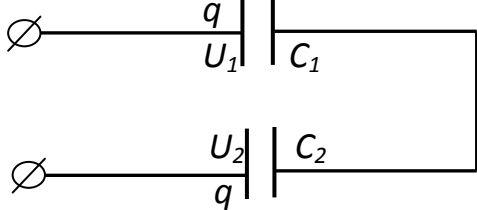
$$N = \frac{A}{t} = \frac{2 \text{ Дж}}{10^{-6} \text{ с}} = 2 * 10^{-6} \text{ Вт}$$

Заряженный конденсатор опасен для жизни!

5. Назначение конденсаторов

- фотовспышка,
- не пропускать постоянный ток,
- накапливать на короткое время заряд для быстрого изменения потенциала

6.Соединения конденсаторов в батарею

Параллельное	Последовательное
	
1. $q = q_1 + q_2$	1. $U = U_1 + U_2$
2. $U = U_1 = U_2$	2. $q = q_1 = q_2$
3. $\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}; \quad \frac{q_1}{q_2} = \frac{C_1}{C_2}$	3. $C_1 U_1 = C_2 U_2; \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1}$
4. $C U = C_1 U_1 + C_2 U_2$ $C = C_1 + C_2$	4. $\frac{q}{C} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}; \quad \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

1. Что изучает электродинамика?
2. Что такое электрический заряд?
3. Каково строение атома?
4. Какой заряд называют элементарным? Каково его значение?
5. Можно ли делить электрический заряд бесконечно?
6. Как найти заряд тела? Какое тело является электрически нейтральным?
7. Что называют положительным и отрицательным ионом?
8. В чем состоит явление электризации? Объясните это явление с точки зрения электронной теории.
9. Сформулируйте закон сохранения заряда?
10. Как был установлен закон Кулона? Сформулируйте этот закон.
11. Какова единица измерения заряда, и каков его физический смысл?
12. Чему равен коэффициент пропорциональности в законе Кулона, и каков его физический смысл?
13. Какая величина характеризует влияние среды на силу взаимодействия? Запишите закон Кулона для взаимодействия зарядов.
14. Чему равна электрическая постоянная?
15. Что такое электрическое поле?
16. Назовите основные свойства электрического поля.
17. Какое поле называют электростатическим?
18. Что называют напряженностью электрического поля? Какая формула выражает суть этого понятия?
19. Чему равна напряженность точечного заряда?
20. Сделав чертёж, объясните сущность суперпозиции электрических полей.
21. Что называют линиями напряженности электрического поля?
22. Какими свойствами обладают силовые линии электрического поля? Какими свойствами обладают силовые линии электрического поля?
23. Какое поле называют однородным?
24. Приведите примеры графического изображения электрических полей.
25. Какое направление имеет вектор напряженности?
26. Какие вещества называют проводниками?
27. Какие электрические заряды называют свободными? Какие частицы являются носителями свободных зарядов в металлах?
28. Что происходит в металле, помещенном в электрическое поле?
29. Как распределяются по проводнику сообщенный ему заряд? Что называется электростатической индукцией?
30. Как можно закрепить заряды на теле?
31. На каком принципе основана электростатическая защита?
32. Какие вещества называют диэлектриками?
33. Какие диэлектрики называют полярными, а какие – неполярными и что к ним относится?
34. Опишите поведение диполя во внешнем электрическом поле?
35. Объясните, почему внутри диэлектрика поле ослабевает? Каков физический смысл диэлектрической проницаемости?

36. Что понимают под работой электрического поля? Запишите формулу работы по перемещению заряда в электрическом поле?
37. Зависит ли работа поля от формы траектории? Чему равна работа поля по замкнутому контуру? К какому виду поля относится электростатическое поле?
38. Как связано изменение потенциальной энергии с работой? Чему равна потенциальная энергия заряженной частицы в однородном электрическом поле?
39. Что называют потенциалом электростатического поля? Какая формула выражает смысл этого понятия? Потенциал – величина векторная или скалярная?
40. Что называют разностью потенциалов между двумя точками поля? Какая формула выражает смысл этого понятия?
41. Какова единица измерения потенциала и разности потенциалов? Сформулируйте определение этой единицы.
42. Какова связь между напряженностью поля и напряжением?
43. Чему равен потенциал заряженного шара?
44. Какие поля называют эквипотенциальными? Изобразите эквипотенциальные поверхности.
45. Что называют электроёмкостью? Какая формула выражает сущность этого понятия?
46. Какова единица измерения электроёмкости? От чего зависит и не зависит электроёмкость?
47. Запишите формулу электроёмкости шара.
48. Что называют конденсатором? Зарядом конденсатора?
49. Какие типы конденсаторов вы знаете?
50. Запишите формулу электроёмкости плоского конденсатора.
51. Запишите формулу энергии заряженного конденсатора.
52. Чему равна общая электроёмкость конденсаторов при их параллельном соединении?
53. Чему равна общая электроёмкость конденсаторов при их последовательном соединении?

РАЗДЕЛ-3**БЛОК -9****БЛОК-9****ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

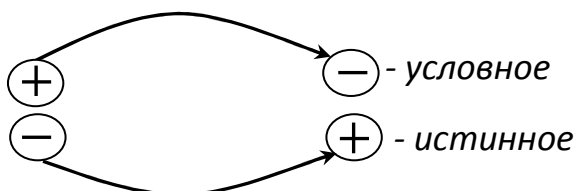
Содержание опорного конспекта	Стр. №	Параграфы учебника	Лист - 9
ОК – 10.3.63	16	§102,103	1 – 8
1.Электрический ток			
2.Направление электрического тока			
3.Условия существования тока			
4.Сила тока. Единица силы тока			
ОК – 10.3.64	17	§104,105	9 – 14
1.Закон Ома для участка цепи			
2.Сопротивление			
3.Соединения проводников			
ОК – 10.3.65	18	§111,112	15 – 20
1.Зависимость сопротивления проводника от температуры			
2.Сверхпроводимость			
ОК – 10.3.66	19	§106	21 – 28
1.Измерение силы тока и напряжения			
2.Мощность тока. Работа тока			
3.Закон Джоуля Ленца			
ОК – 10.3.67	20	§107,108	29 – 32
1.Электродвижущая сила			
2.Закон Ома для полной цепи			
ОК – 10.3.68	21	-	33
1.Соединения источников тока			

ОК – 10.3.63

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

- это упорядоченное движение заряженных частиц под действием электрического поля

1. Направление электрического тока



2. Условия существования тока – наличие свободных «q» и Δφ

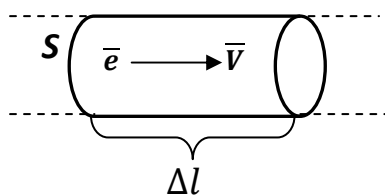
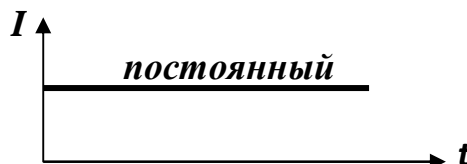
3. Действия тока



4. Сила тока – заряд, проходящий через поперечное сечение в единицу времени

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

I – скаляр
 $I > 0$ или $I < 0$

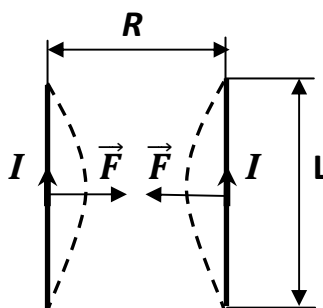


$$I = \frac{Q}{t} = \frac{\bar{e}N}{t} = \frac{\bar{e}NV}{t} = \frac{\bar{e}nS\Delta l}{t}$$

$$I = \bar{e}nS\bar{V} \quad \bar{V}_e - \text{мала} \sim \frac{\text{мм}}{c}!; \quad V_{\text{поля}} = 300\,000 \frac{\text{км}}{c}!$$

5. Единица силы тока

$$I = \frac{1\text{Кл}}{1\text{с}} = 1\text{А}$$



$$F = 2 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$$

$$L = 1 \text{ м}$$

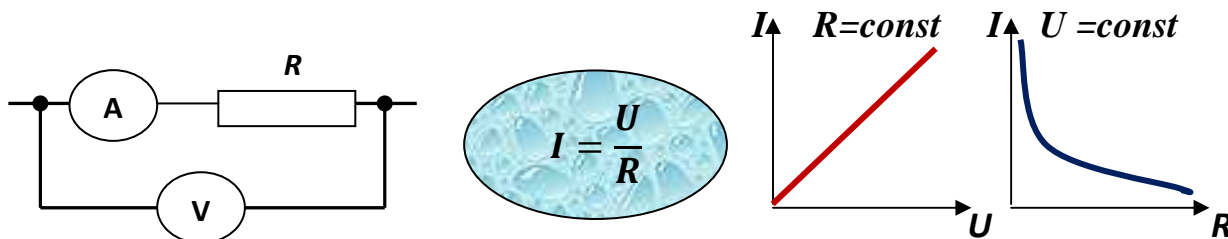
$$R = 1 \text{ м}$$

$$I = 1 \text{ А}$$

ОК – 10.3.64

ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ

1.Закон Ома для участка цепи (г.Ом -1827г.-экспериментально)



2.Сопротивление – мера противодействия проводника, установлению в нем электрического тока

$R = \frac{U}{I}$

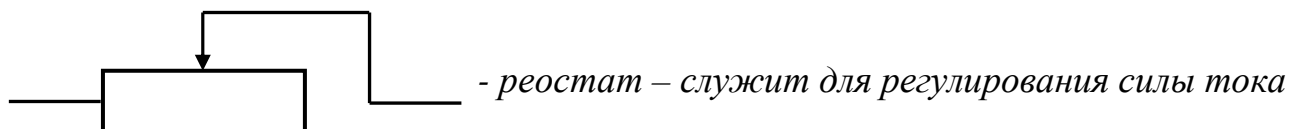
$R = \frac{1B}{1A} = 1 \text{ Ом}; R - \text{не зависит от}$

\swarrow
 U

\searrow
 I

$R = \rho \frac{l}{S}$

$\rho = \frac{RS}{l}; \rho = \frac{1 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ мм}^2}{1 \text{ м}}$ - удельное сопротивление

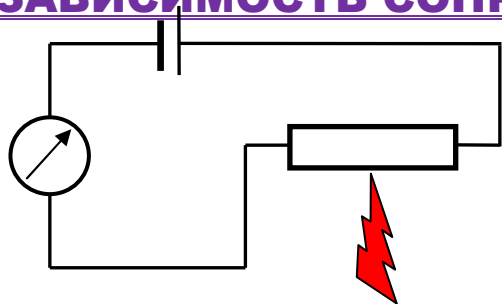


3.Соединения проводников

Последовательное	Параллельное
1. $I = I_1 = I_2$	1. $I = I_1 + I_2$
2. $U = U_1 + U_2$	2. $U = U_1 = U_2$
3. $R = R_1 + R_2$	3. $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
4. если $R_1 = R_2 = R_3 \dots$, то $R = nR_1$	4. если $R_1 = R_2 = R_3 \dots$, то $R = \frac{R_1}{n}$

ОК – 10.3.65

ЗАВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ



$$t \uparrow \rightarrow V \uparrow \rightarrow I \uparrow$$

$$R_0 \text{-----} t=0^{\circ}\text{C}$$

$$R \text{-----} t$$

$$\frac{R - R_0}{R} = \alpha t$$

- α – температурный коэффициент

$\alpha > 0$ – металлы (т. к. $R \uparrow$)

$\alpha < 0$ – электролиты (т. к. $R \downarrow$)

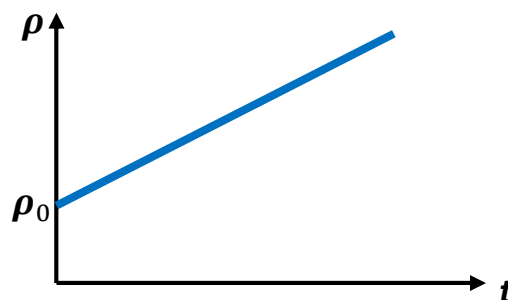
$\alpha = \frac{1}{273} \text{K}^{-1}$ – чистые металлы

Лампа (вольфрам) - $R \uparrow$ в 10 раз

2. Зависимость удельного сопротивления от температуры

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

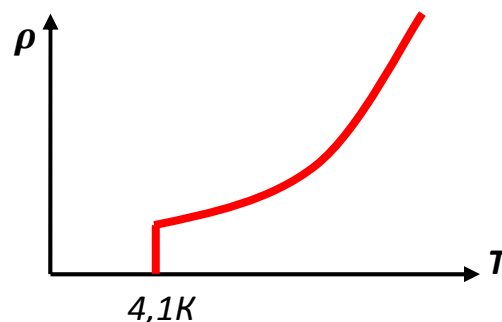
т.к. размеры при t почти не изменяются



3. Сверхпроводимость

1911г. – Камерлинг Оннес (голл.)

1957г. – объяснение Ландау



1957г. Коллинз – замкнутый проводник без источника – ток 2,5 года

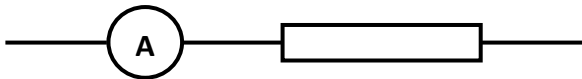
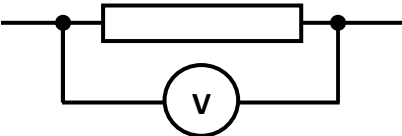
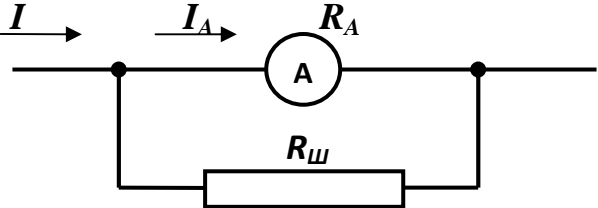
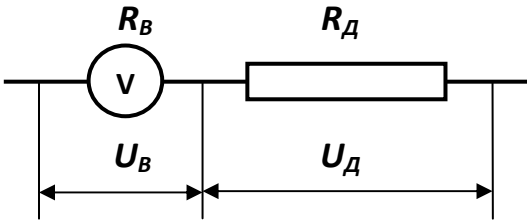
1986г. Керамика – 100К

Применение:

- получение мощного магнитного поля
- передача тока без потерь

ОК – 10.3.66

ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ТОКА и НАПРЯЖЕНИЯ

1.Измерение силы тока	2.Измерение напряжения
Амперметр (последовательно)	Вольтметр (параллельно)
	
<i>шунтирование</i>	<i>добавочное сопротивление</i>
	
$I = n I_A$	$U = n U_B$
$I = I_A + I_{ш}; I_{ш} = I - I_A = n I_A - I_A = I_A (n-1)$	$U = U_B + U_D; U_D = U - U_B = n U_B - U = U_B (n-1)$
$\frac{I_A}{I_{ш}} = \frac{R_{ш}}{R_A}; R_{ш} = \frac{I_A R_A}{I_{ш}} = \frac{I_A R_A}{I_A (n-1)}$	$\frac{U_B}{U_D} = \frac{R_B}{R_D}; R_D = \frac{U_D R_B}{U_B} = \frac{U_B (n-1) R_B}{U_B}$
$R_{ш} = \frac{R_A}{n-1}$	$R_D = R_B (n-1)$

МОЩНОСТЬ ТОКА

$$P = \frac{A}{t} = \frac{Uq}{t} = \frac{UIt}{t} = UI$$

$$P = 1B * 1A = 1BT$$

Ваттметр

РАБОТА ТОКА

$$A = UIt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$$

$$A = 1B * 1A * 1c = 1Bt * c = 1Дж$$

$$1кВт * ч = 3600 000 Дж$$

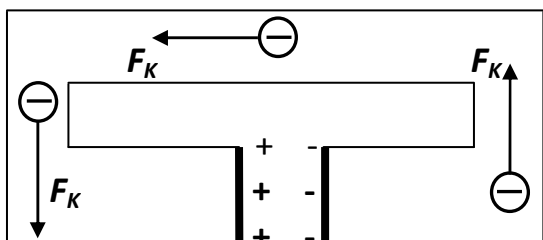
Счетчик

ЗАКОН ДЖОУЛЯ - ЛЕНЦА

$$A = Q UIt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$$

ОК – 10.3.67

ЭЛЕКТРОДВИЖУЩАЯ СИЛА



Ток кратковременный (пока есть $\Delta\phi$)

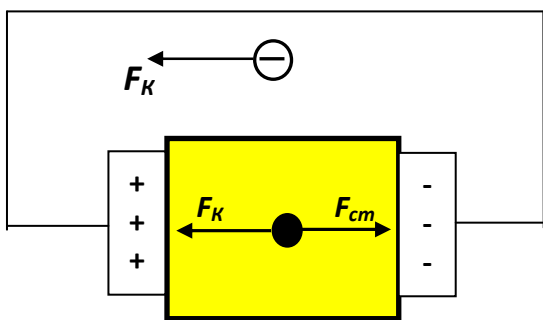
Сторонние силы –любые, кроме $F_{кул}$.

Природа:

- гальванич. элементы – химические силы
- генератор - магнитное поле

$$\varepsilon = \frac{A_{СТ}}{q}$$

$$\varepsilon = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ Кл}} = 1 \text{ В}$$

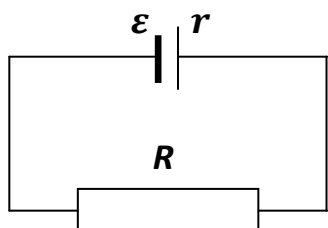


Источник тока
(насос)

1. ЭДС – энергетическая характеристика источника тока
2. Измеряют вольтметром при разомкнутой цепи

ЗАКОН ДЛЯ ПОЛНОЙ ЦЕПИ

(Георг Ом – 1827г.-экспериментально)



- R – внешнее сопротивление**
- r – внутренне сопротивление**
- генератор-обмотка,
- гальванический элемент – электролит, электроды
- R + r - полное сопротивление**

$$A_{СТ.} = \varepsilon q = \varepsilon I t; A_{СТ.} = Q = I^2 R t + I^2 r t$$

$$\varepsilon = I t = I^2 R t + I^2 r t$$

$$\varepsilon = IR + Ir$$

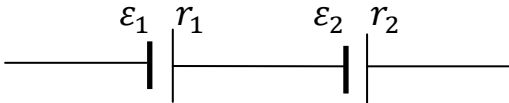
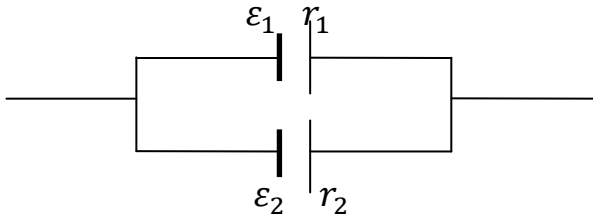
- ЭДС равна сумме падений напряжений на внешнем и внутреннем участках замкнутой цепи

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

- сила тока в полной цепи равна отношению ЭДС цепи к её полному сопротивлению

ОК – 10.3.68

СОЕДИНЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

<i>Последовательное</i>	<i>Параллельное</i>
	
$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$	$\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2$
$r = r_1 + r_2$	$r = \frac{r_1}{n}$
$I = \frac{n\varepsilon_1}{R + r_1 n}$	$I = \frac{\varepsilon_1}{R + \frac{r_1}{n}}$

ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Что называют электрическим током?
2. Какое направление имеет ток?
3. Какие условия необходимы для существования тока?
4. Что называют силой тока? Какая формула выражает смысл этого выражения?
5. Какова единица силы тока в СИ? Сформулируйте определение этой единицы. Как следует понимать, что сила тока равна 10А?
6. Какой ток называют постоянным?
7. Выведите формулу силы тока. Чему равна средняя скорость упорядоченного движения электронов?
8. Какую скорость имеют ввиду, когда говорят о скорости распространения тока?
9. Нарисуйте схему эксперимента, в котором устанавливают закон Ома для участка цепи?
10. Как записывают и формулируют закон Ома для участка цепи?
11. Что называют сопротивлением проводника? Какова причина сопротивления?
12. Установите единицу сопротивления и сформулируйте её определение?
13. От чего зависит сопротивление проводника?
14. Что характеризует удельное сопротивление проводника?
15. Как зависит сопротивление проводника от температуры? Как эта зависимость объясняется с точки зрения электронной теории?
16. Напишите зависимости сопротивления и удельного сопротивления проводника от температуры.
17. Каков физический смысл температурного коэффициента сопротивления?
18. Нарисуйте график зависимости удельного сопротивления от температуры.
19. В чем заключается явление сверхпроводимости?
20. Каковы основные трудности использования сверхпроводимости на практике?
21. Запишите законы параллельного соединения проводников.
22. Запишите законы последовательного соединения проводников.
23. Каким прибором измеряют напряжение и как его включают в электрическую цепь?
24. Каким прибором измеряют силу тока и как его включают в электрическую цепь?
25. Напишите формулу для определения работы постоянного тока. Какова единица измерения работы? Каким прибором можно измерить работу?
26. Запишите Закон Джоуля-Ленца.
27. Как зависит количество теплоты, выделяемое током в проводниках, от сопротивления этих проводников при последовательном и параллельном соединении?
28. Напишите формулу мощности постоянного тока. Какова единица измерения мощности? Каким прибором можно измерить мощность?
29. Каково назначение источников тока?
30. Что называют сторонними силами? Какова природа сторонних сил?
31. Что называют ЭДС источника тока? Каков физический смысл ЭДС? В каких единицах выражают?
32. Выведите формулу закона Ома для полной цепи. Как читается данный закон? Что называют падением напряжения?
33. Соединения источников тока. Законы этих соединений.

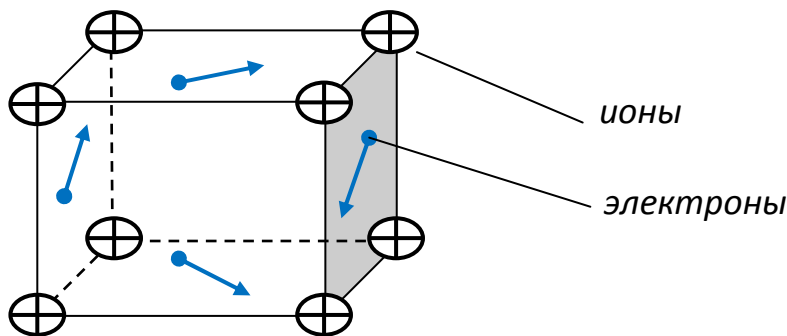
РАЗДЕЛ-3**БЛОК - 10****БЛОК-10****ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ**

Содержание опорного конспекта	Стр. №	Параграф учебника	Лист - 10
ОК – 10.3.69	24	§109,110	1 – 4
1.Электрический ток в металлах			
2.Опыт Рикке			
3.Опыты Манделъштама-Папалекси, Стюарта-Толмена			
ОК – 10.3.70	25	§119	5 – 9
1.Электрический ток в жидкостях			
2.Электролитическая диссоциация			
3.Электролиз			
ОК – 10.3.71	26	§120	10 – 14
1.Закон электролиза			
2.Применение электролиза			
ОК – 10.3.72	27	§121-123	15 - 23
1.Электрический ток в газах			
2.Газовый разряд			
3.Несамостоятельный и самостоятельный разряды			
4.Типы разрядов			
5.Плазма			
ОК – 10.3.73	28	§117,118	24 - 31
1.Электрический ток в вакууме			
2.Диод			
3.Электронно-лучевая трубка			
ОК – 10.3.74	29	§113,114	32 - 39
1.Электрический ток в полупроводниках			
2.Собственная проводимость			
3.Примесная проводимость			
4.Термистор.Фоторезистор			
ОК – 10.3.75	30	§115,116	40 - 46
1.Свойства p-n – перехода			
2.Полупроводниковый диод			
3.Транзистор			

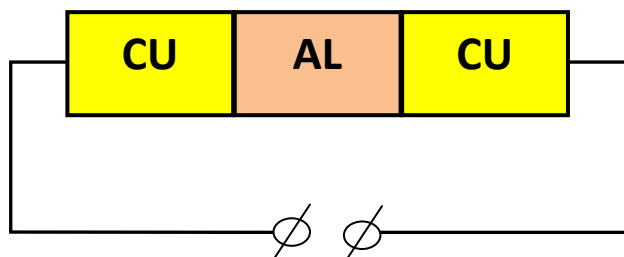
ОК – 10.3.69

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В МЕТАЛЛАХ

1. Носители тока – ионы или электроны?



2. Опыт Рикке – 1901 г.

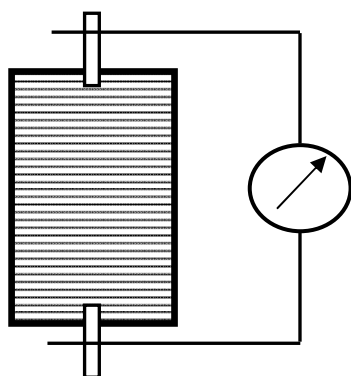


Городская сеть – год – $Q = 3,5$ млн. Кл

Взвешивание!

В переносе заряда в металлах ионы не участвуют!

3. Опыты – Мандельштам – Папалекси – 1913г. - Стюарт – Толмен - 1916г.



Разгон – торможение – инерция – ТОК!

$$L_{\text{провода}} = 500 \text{ м}, V = 300 \text{ м/с}$$

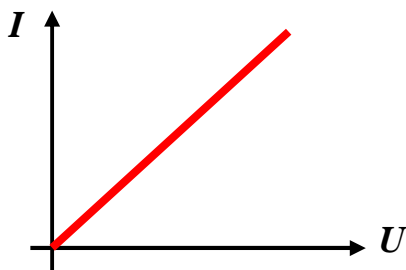
$$\frac{\bar{e}}{m_e} = 1,8 * 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$$

- удельный заряд
электрона

$$m_e \approx 10^{-30} \text{ кг}$$

Носителями тока в металлах являются электроны

4. Вольт – амперная характеристика



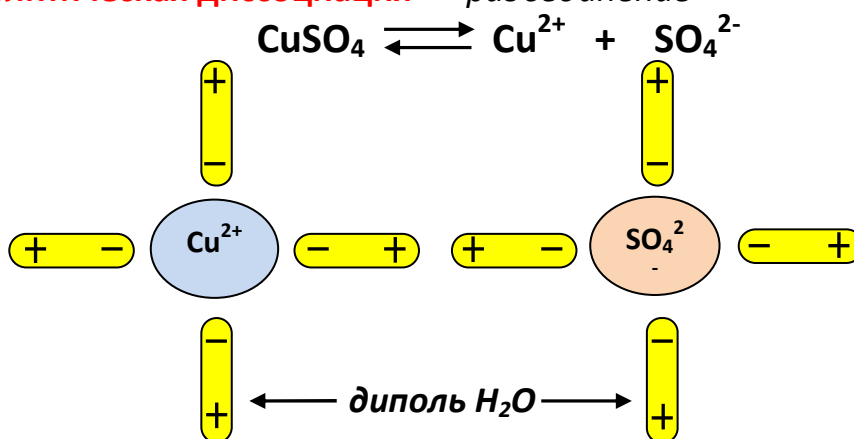
ОК – 10.3.70

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЖИДКОСТЯХ

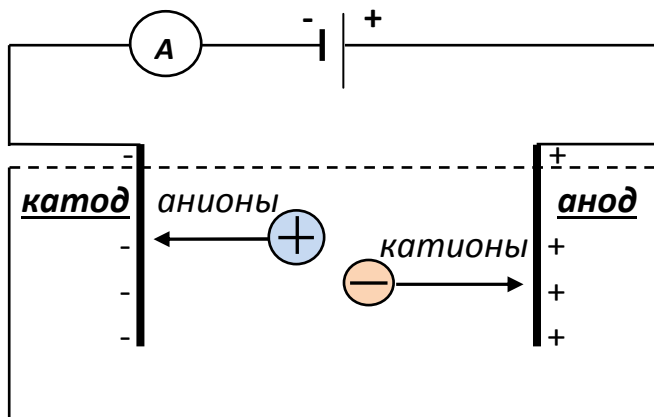
1. Жидкости:

- диэлектрики – дистиллированная вода,
- проводники – водные растворы солей, кислот, щелочей – электролиты,
- полупроводники – расплавленный селен.

2. Электролитическая диссоциация – «разъединение»



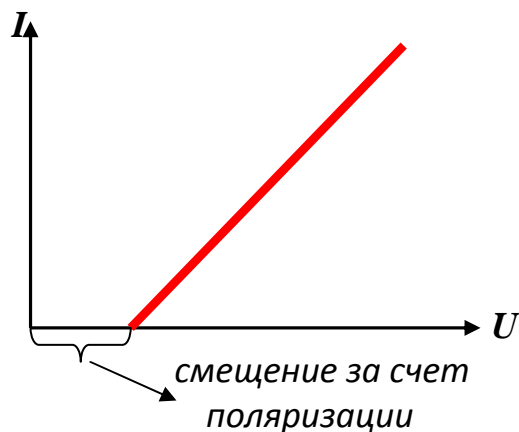
3. Электролиз – выделение вещества, входящего в состав электролита



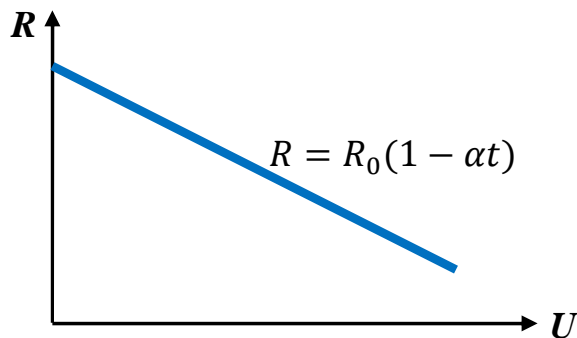
Ионная проводимость!

Перенос вещества!

4. Вольт – амперная характеристика



4. Зависимость R(t)



ЗАКОН ЭЛЕКТРОЛИЗА

1. Закон электролиза (м. Фарадей – 1833г.)

$$m = m_0 N = \frac{M}{N_A} * \frac{q}{q_0} = \frac{M I t}{N_A t n} = k I t$$

$$m = k I t$$

$$k = \frac{M}{N_A \bar{e} n} - \text{электрохимический эквивалент вещества}$$

$$\bar{e} N_A = F = 9,65 * 10^4 \frac{\text{Кл}}{\text{Кг}} - \text{число Фарадея}$$

1874г. Иоффе и Милликена – заряд электрона – экспериментально!

$$\bar{e} = \frac{M}{m n N_A} I t = 1,6 * 10^{-19} \text{ Кл}$$

q – общий заряд,
 q_0 – заряд иона,
 e – заряд электрона,
 n – валентность тона,
 M – молярная масса,
 m – масса вещества.

2. Применение электролиза:

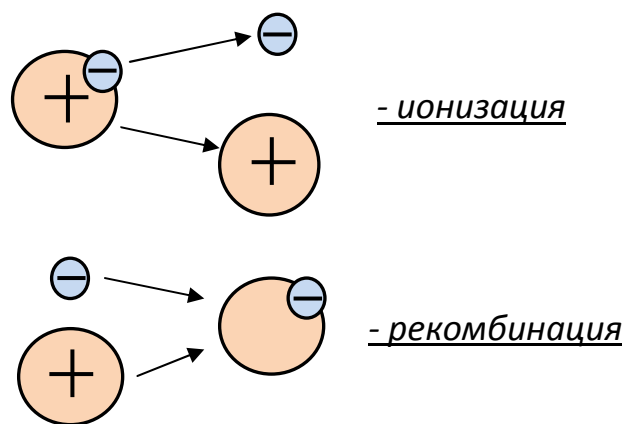
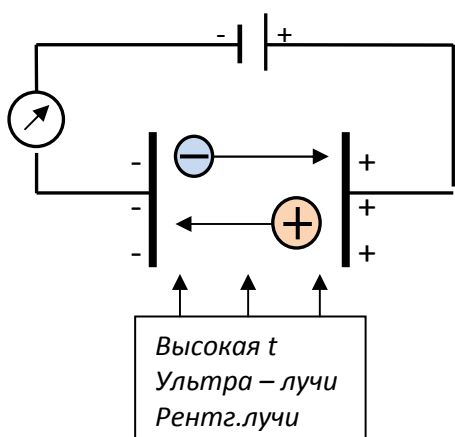
- получение чистых металлов,
- гальваностегия (покрытие металлических предметов),
- гальванопластика (изготовление рельефных копий)

ОК – 10.3.72

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ГАЗАХ

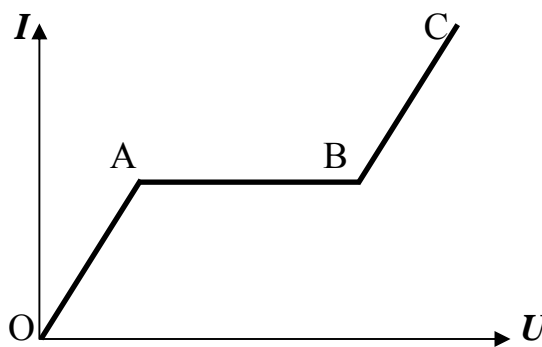
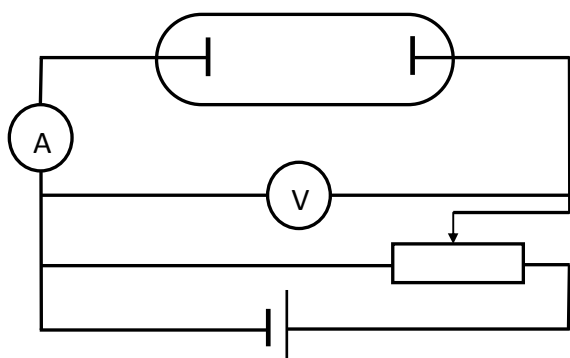
- 1. Воздух – диэлектрик** - линии электропередач,
- воздушный конденсатор,
- контактные выключатели.

- 2. Воздух проводник** - молния,
- электрическая искра,
- дуга при сварке.



Электронно – ионная проводимость

3. Газовый разряд



Несамостоятельный разряд (OAB) – внешнее воздействие

Самостоятельный разряд (BC) – ионизация ударом, термоэлектронная эмиссия

- 4. Типы разрядов:** - **тлеющий** – лампы дневного света,
- **искровой** – молния,
- **коронный** – электрофильтры, утечка энергии
- **дуговой** – сварка, ртутные лампы

5. Плазма – частично или полностью ионизированный газ.

- низкотемпературная $T < 10^5$ K
- высокотемпературная $T > 10^5$ K

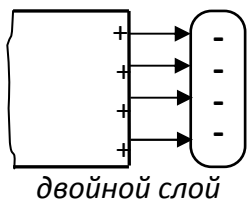
При $T = 20 \cdot 10^3 \div 30 \cdot 10^3$ K – любое вещество – плазма!

Термоядерные реакции! МГД – генераторы!

ОК – 10.3.73

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ВАКУУМЕ

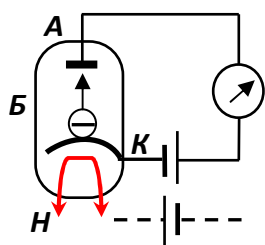
1.Вакуум - $P \ll P_{\text{АТМ.}}$ (до 10^{-13} мм.рт.ст.)



Самопроизвольный выход \bar{e} невозможен!

Термоэлектронная эмиссия!

2.Вакуумный диод (в настоящее время не применяется)



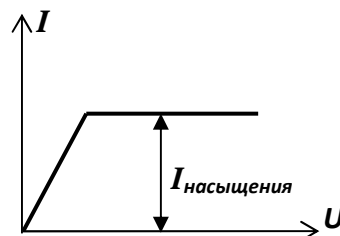
(Б) Баллон – вакуум ($10^{-6} - 10^{-7}$ мм.рт.ст.)

(А) Анод – притягивает \bar{e}

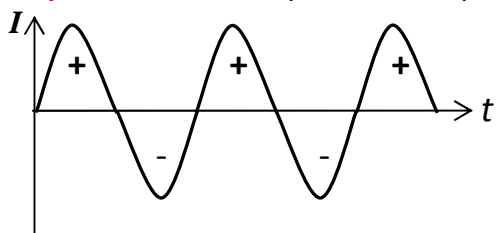
(Н) Нить – подогрев катода

(К) Катод – испускает \bar{e}

односторонняя проводимость!



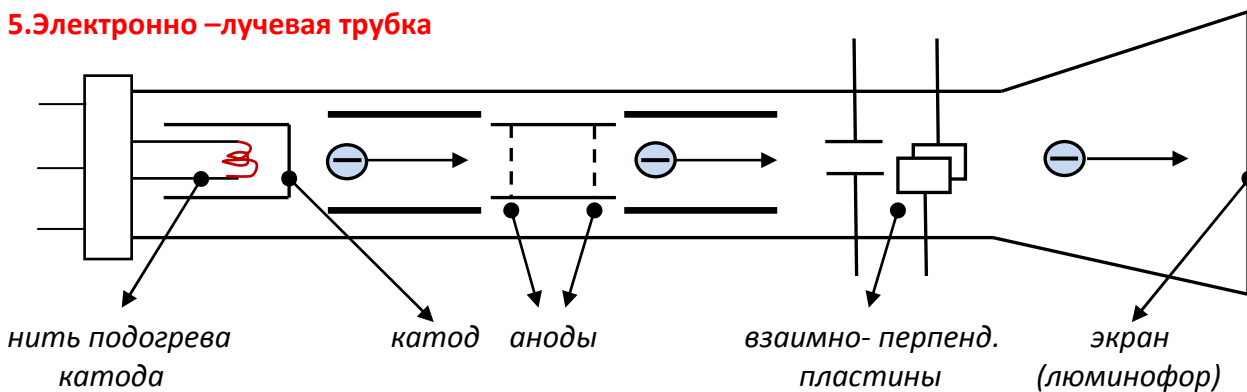
3.Применение – выпрямление переменного тока



4.Свойства электронных лучей

- вызывают свечение, нагрев, рентгеновское излучение
- отклоняются в электрическом и магнитном полях

5.Электронно – лучевая трубка



Управление пучком электронов – с помощью магнитного поля

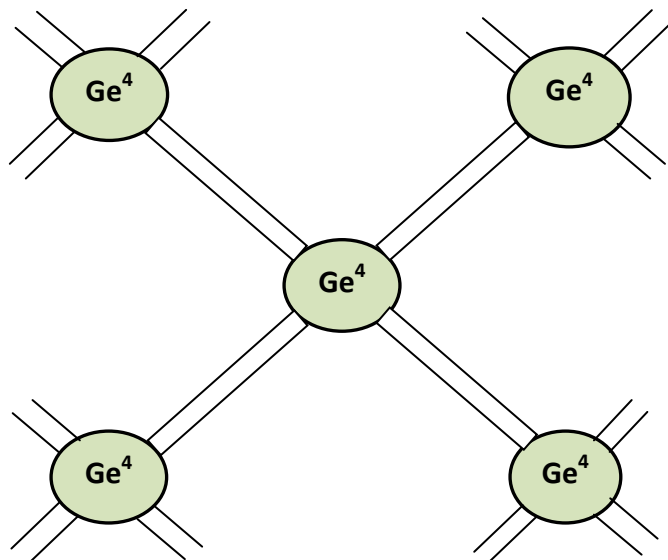
В цветном кинескопе – три электронные пушки

- экран из трех люминофоров (**красный**, **синий** и **зеленый**)

ОК – 10.3.74

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

1. Собственная проводимость – монокристаллы Ge, Si, Se и др.

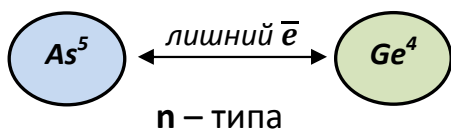


Ковалентная связь
↓
нагревание
освещение
↓
разрыв
↓
электроны - дырки

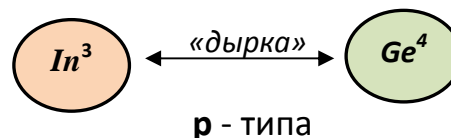
Электронно – дырочная проводимость

2. Примесная проводимость

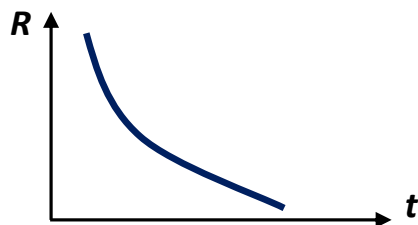
донорная



акцепторная



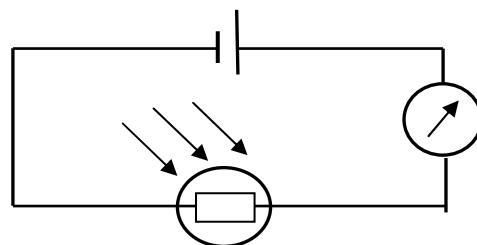
3. Зависимость $R(t)$



Термистор

- дистанционное измерение t -ры
- противопожарная безопасность

4. Зависимость R от освещения



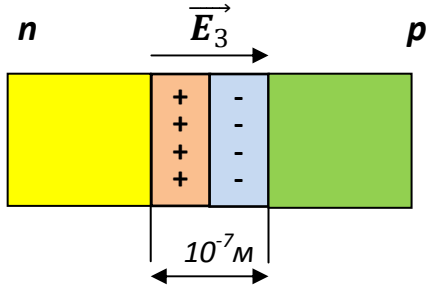
Фоторезистор

- фотореле
- аварийные выключатели

СВОЙСТВА p-n ПЕРЕХОДА

ОК – 10.3.75

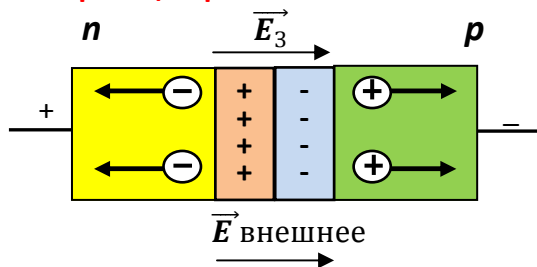
1. Свойства p – n перехода



Запирающий слой!

$$E = \frac{U}{d} = \frac{0,4 \text{ В}}{10^{-7} \text{ м}} = 4 * 10^6 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

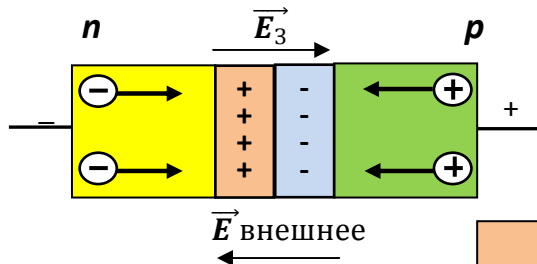
2. Запирающий режим



Слой расширяется - $R \uparrow$

Тока нет!

3. Пропускной режим

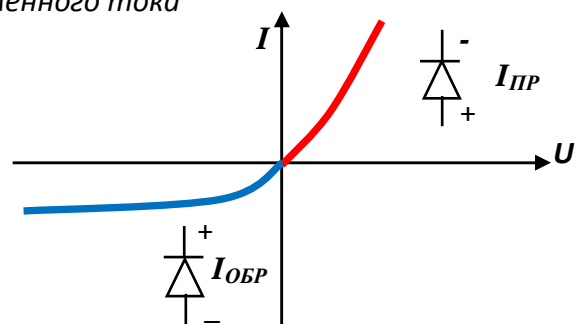
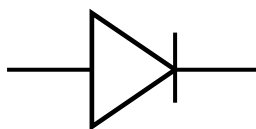


Слой сужается - $R \downarrow$

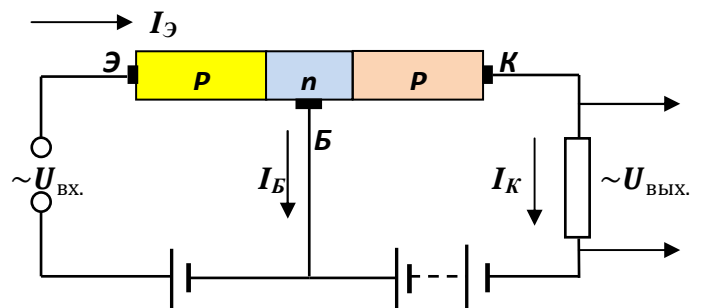
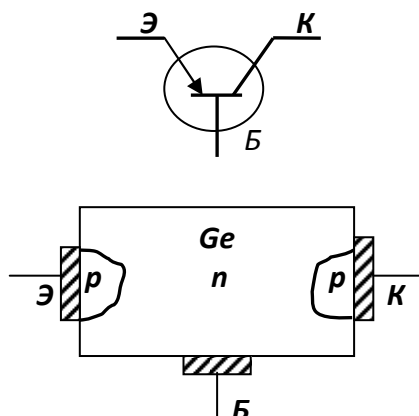
Ток есть!

Односторонняя проводимость

4. Полупроводниковый диод – выпрямление переменного тока



5. Транзистор - усилитель



$$I_{\text{э}} = I_{\text{к}} + I_{\text{б}}$$

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

1. Расскажите об опыте Рикке. Какой вывод можно сделать из этого опыта?
2. Расскажите об опытах Мандельштам и Папалекси, Стюарта и Толмена. Какой вывод был сделан из этих опытов?
3. Что называют удельным зарядом электрона и чему он равен?
4. Какова зависимость силы тока в проводник от напряжения?
5. Какие вещества относят к электролитам?
6. Что такое электролитическая диссоциация?
7. Что называют электролизом? Как он происходит?
8. Какова зависимость силы тока от напряжения у электролитов?
9. Какова зависимость сопротивления электролита от температуры?
10. Как получить формулу, выражающую закон электролиза?
11. Что называют электрохимическим эквивалентом вещества?
12. Что называют постоянной Фарадея для электролиза?
13. Как практическим путем можно определить заряд электрона?
14. Приведите примеры применения электролиза.
15. Какие примеры свидетельствуют о том, что воздух является хорошим диэлектриком?
16. Какие примеры свидетельствуют о том, что воздух является проводником?
17. Как можно сделать воздух проводником?
18. Что называют ионизацией газа? Что называют рекомбинацией атомов?
19. Что называется газовым разрядом? Нарисуйте схему эксперимента по изучению закономерностей тока в газах и объясните особенности самостоятельного разряда газах.
20. Объясните особенности самостоятельного газового разряда. Начертите полную вольт-амперную характеристику газового разряда.
21. Как возникает самостоятельный газовый разряд?
22. Назовите и опишите виды самостоятельных разрядов в газах.
23. Что такое плазма? Каковы её особенности? Какие виды плазмы существуют? Каково практическое применение плазмы?
24. Что называют вакуумом?
25. Что такое термоэлектронная эмиссия?
26. Опишите устройство и работу вакуумного диода?
27. Начертите и объясните вольт-амперную характеристику вакуумного диода.
28. Каким основным свойством обладает вакуумный диод и где это применяется?
29. Перечислите свойства электронных лучей.
30. Нарисуйте схему и объясните принцип работы электронно-лучевой трубки.
31. Где применяются электронно-лучевые трубки?
32. Какие вещества называют полупроводниками? Приведите примеры полупроводниковых веществ.
33. Почему полупроводники в нормальном состоянии являются хорошими диэлектриками?
34. Объясните механизм возникновения собственной проводимости полупроводников.
35. Что называется электрическим током в беспримесных полупроводниках?
36. Почему собственная проводимость полупроводника мала?
37. Какие существуют виды примесей?
38. Как образуются примесные полупроводники и каково их название?

39. Как зависит сопротивление полупроводника от температуры и освещенности? В каких приборах устройствах это используется?
40. Как образуется p-n – переход?
41. Расскажите о запирающем и пропускных режимах?
42. Начертите и расскажите о вольт-амперной характеристике полупроводникового диода.
43. Каким свойством обладает полупроводниковый диод и где это используется?
44. Что такое транзистор? Каково его назначение?
45. Как устроен транзистор? Как обозначается на электрических схемах?
46. Объясните работу транзистора?

