

Пособие по физике для школьников

(рукописное издание)

**Написано в 1981 году
распространяется бесплатно
на сайте “erichware.info”**

**Автор пособия
Э.Г.Гаузер, г.Баку
визитка: “36836.cop1.ru”**

I. МЕХАНИКА	1
Законы Ньютона, тяготение, упругость, трение, моменты, импульс, работа, энергия, мощность.	
II. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА	5
1. Молекулярно-кинетическая теория	5
2. Идеальный газ	6
3. Термодинамика	13
4. Взаимные превращения жидкостей и газов	13
5. Поверхностное натяжение	16
6. Деформация. Механическое напряжение	16
7. Тепловое расширение	18
III. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	20
8. Электростатика	20
9. Постоянный электрический ток	26
10. Магнитное поле токов	35
11. Электромагнитная индукция	36
IV. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	42
12. Механические колебания	42
13. Электромагнитные колебания	45
14. Механические волны	52
15. Электромагнитные волны	58
V. ОПТИКА	62
16. Геометрическая оптика	62
VI. ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ	66

I Механика1. Первый закон Ньютона

Существуют такие системы отсчета, относительно которых поступательно движущаяся тело сохраняет свою скорость постоянной, если на него не действует другое тело или действие других тел компенсируется.

2. Второй закон Ньютона.

Сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на собственное этой силы ускорение. $\vec{F} = m\vec{a}$. (1.1)

3. Третий закон Ньютона

Две действующие друг на друга силы, направленные вдоль одной и той же прямой, равны по абсолютному значению и противоположны по направлению. $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ (1.2)

4. Упругость.

Сила упругости — это сила, возникающая при деформации тела и направленная в сторону, противоположную направлению изменения геометрии тела при деформации. $\vec{F} = -k\vec{\delta}$ (1.3)

5. Закон взаимного действия Ньютона

Все тела притягиваются друг к другу с силой, пропорци-

2) парциальное произведение их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. $F = \frac{m_1 m_2}{r^2}$ (1.4)

6. Трение

- Сила трения скольжения равна по абсолютному значению и направлена противоположно силе, приложенной к телу перпендикулярно поверхности соприкосновения его с другим телом.
- Направление силы трения скольжения противоположно направлению скорости движения тела относительно соприкасающихся с ним тел. $\vec{F}_{tp} = \mu mg \cos \alpha$ (1.5)
- Максимальная сила трения скольжения пропорциональна весу тела. $\vec{F}_{tp} \sim mg$. (1.6)

7. Центр масс.

Центром масс тела называют точку пересечения прямых, вдоль которых должны быть направлены силы, чтобы тело оставалось неподвижно.

8. Правило момента.

Тела, способные вращаться вокруг запрещенной оси, находятся в равновесии, если алгебраическая сумма моментов, приложенных к нему сил относительно этой оси равна нулю.

9. Сила и импульс.

3

Формулу II закона Ньютона (1.1) можно записать по-другому, т.к. ускорение равно быстроте изменения скорости маc, т.е.
 $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}$. Доставив это выражение в формулу (1.1), получим: $\vec{F} = \frac{m(\vec{v} - \vec{v}_0)}{\Delta t}$ или $\vec{F}\Delta t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$. (1.7)

Изменение импульса маc равно импульсу сиc.

10. Закон сохранения импульса.

Геометрическая сумма импульсов маc, состоящих из замкнутой системы, остается постоянной при любых взаимодействиях маc этой системы между собой. $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = \text{const}$ (1.8)

11. Работа. Энергия

а) Работа, совершаемая постоянной силой, равна произведению абсолютных значений силы и перемещения, умноженному на косинус угла между векторами силы и перемещения. $A = \vec{F} \cdot \vec{s} \cos \varphi$. (1.9)

б) Полная механическая энергия замкнутой системы маc остается константой.

в) Потенциальная энергия сущности деформированного маc - это физическая величина, изменение которой, вместе с производящими ими знаком, равно работе, произведенной силой деформации.

4. 12. Мощность.

Мощность равна отношению совершенной работы к време-
ни, в течение которого она совершенна. $P = \frac{1}{t} = \vec{F} \cdot \vec{v}$. (1.10)

13. Закон Бернулли.

давление международной жидкости больше в местах сечения поль-
ко, в которых скорость ее движения меньше, и наоборот.

14. Принцип гармонии.

$$v = v_0 + at = wr = \frac{\omega r}{T} = \omega r n. \quad s = v_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{v^2 - v_0^2}{2\omega} = \omega r t$$
$$\omega = \frac{\varphi}{t} \quad \varphi = \frac{l}{r} \quad w = 2\pi n \quad \text{аналр.} = \omega^2 r = \frac{v^2}{r} \quad \alpha_{\text{ур}} = \frac{\omega^2}{r}.$$

Дополнения.

II Термобарическая ячейка. Молекулярная физика

5

1. Молекулярно-кинетическая теория.

1. Основные положения М.К.Т.

- a) Все тело состоит из молекул или атомов.
- б) Молекулы движутся беспорядочно.
- в) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул определяет температуру тела и определяется ею.
- г) Характер взаимодействия между молекулами определяет обратимое состояние вещества и определяется им.
- д) Полная энергия тела есть его энергия как выраженная тела внутренняя энергия.

2. Молекула

Молекула - это минимальное количество вещества, обладающее всеми его свойствами

3. Атом

Атом - это минимальное количество вещества, обладающее всеми его свойствами.

4. Моль

Моль - это количество вещества, которое содержит столько структурных единиц этого вещества, сколько

6. соударимся и получим $6 \cdot 0,012 = 0,072$ м ускорения.

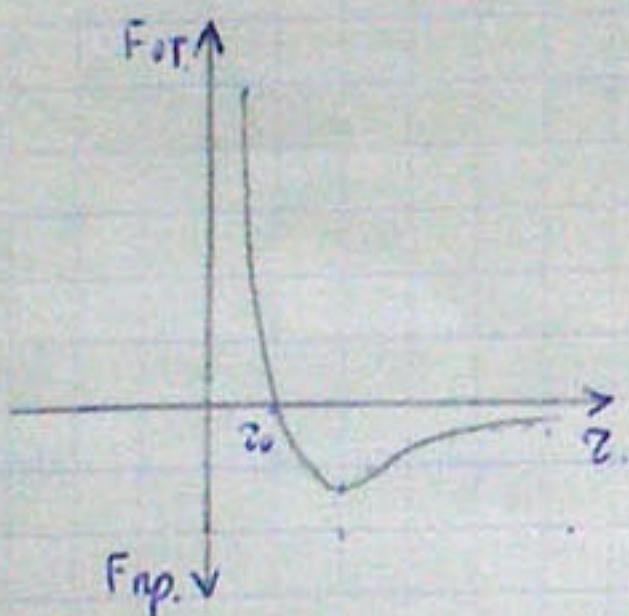
5. Броуновское движение.

Броуновское движение - это движение молекул в жидкости или газе частиц.

6. Диффузия.

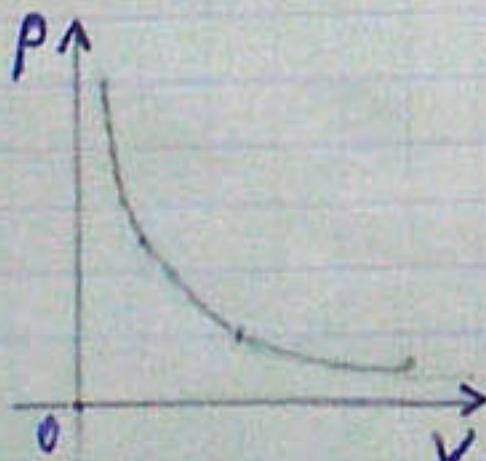
Абсолютное самопротиводействие проникновения между другого вещества между молекулами другого вещества называется диффузией.

7. Взаимодействие между.



2. Идеальный газ.

1. Закон Бойля-Мариотта.



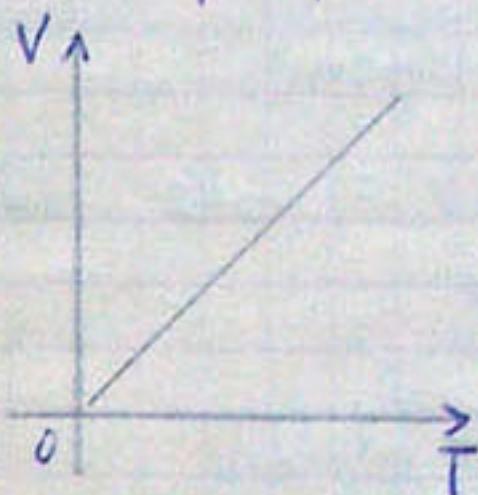
$$PV = \text{const} \text{ при } T = \text{const}$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad (2.1)$$

При постоянной температуре произведение давления данной массы газа на ее объем есть величина постоянная.

2. Закон Гей-Люссака.

При постоянном давлении объем данной массы газа пропорциональна абсолютной температуре

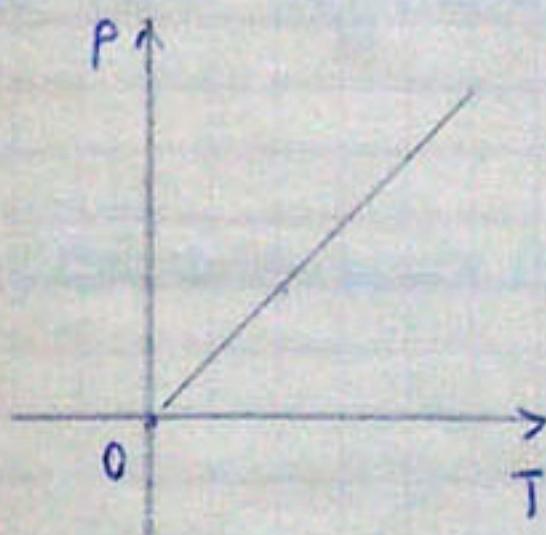


$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{при } p = \text{const.}$$

(2.2)

3. Закон Шарля

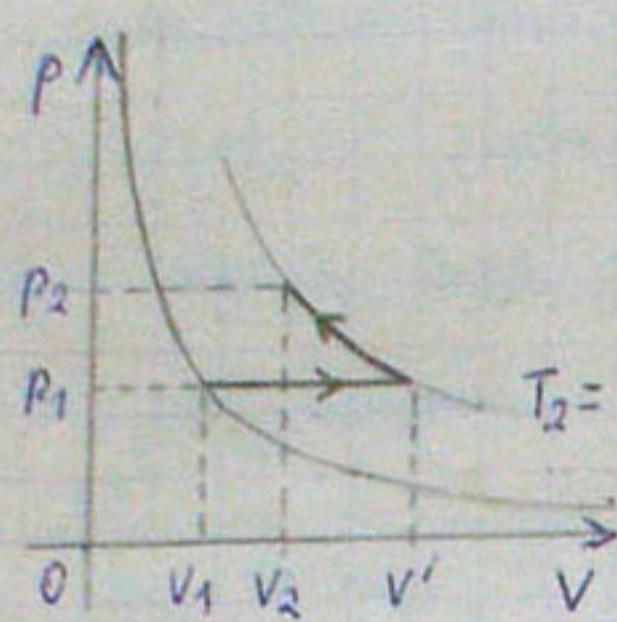
При постоянном объеме давление данной массы газа пропорционально абсолютной температуре.



$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{при } V = \text{const.}$$

(2.3)

4. Объединенный газовый закон. Закон Клапейрона.



Согласно закону Гей-Люссака (2.2)

$$\frac{V_1}{V'} = \frac{T_1}{T_2} \quad (2.4)$$

$T_2 = \text{const}$ Принятое закон Бойля-Мариотта.

$T_1 = \text{const}$ из (2.1), получим:

$$P_1 V' = P_2 V_2 \quad (2.5)$$

Из уравнения (2.4) выражим V' :

$$V' = V_1 \frac{T_2}{T_1} \quad (2.6)$$

Подставив (2.6) в (2.5), получаем:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (2.7)$$

Произведение давления данной массы газа на ее объем, отнесенное к абсолютной температуре есть величина постоянная.

5. Универсальная газовая постоянная Уравнение Менделеева-Клапейрона

$$\frac{PV_m}{T} = R \quad (2.8)$$

Из выражения (2.8) для 1 мол газа получаем:

$$PV_m = RT \quad (2.9)$$

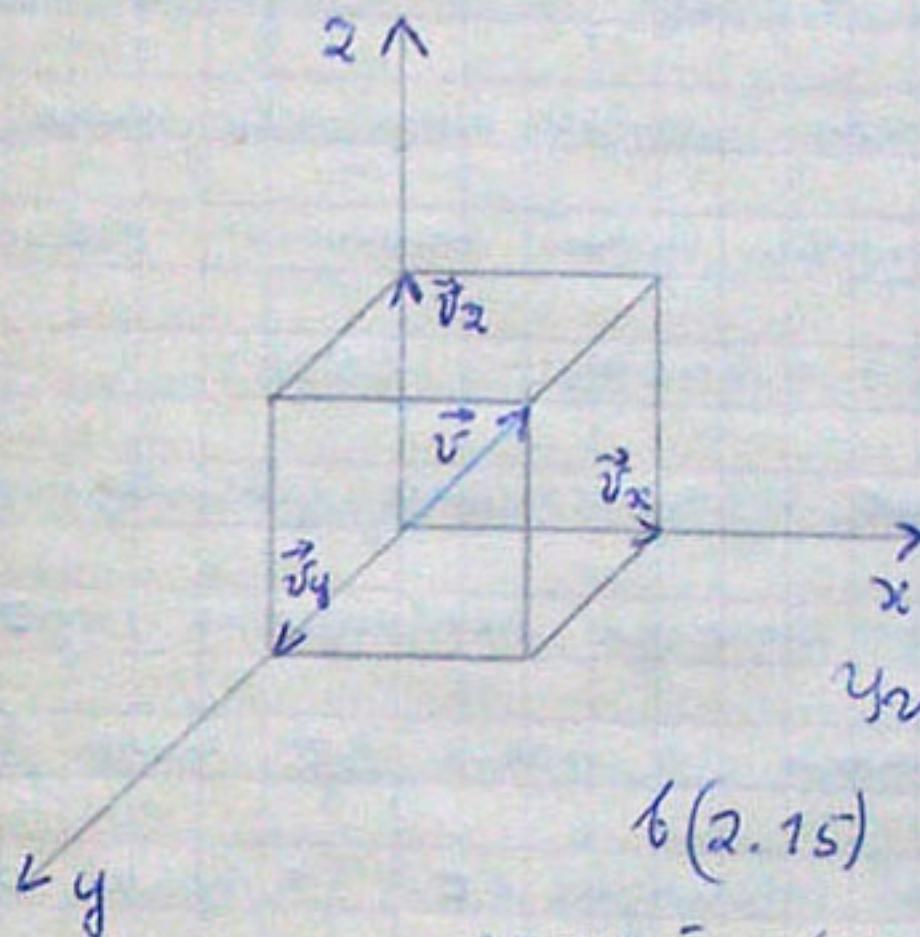
Если же количество газа не 1 мол, а $V = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A}$, то:

$$V = \bar{v} V_m = \frac{m}{M} v_m = \frac{N}{N_A} V_m \quad (2.10)$$

Учитывая (2.9) на \bar{v} и учитывая (2.10), получаем:

$$\begin{aligned} pV &= \frac{m}{M} RT \text{ или } \frac{pV}{T} = \frac{m}{M} R \\ pV &= \frac{N}{N_A} RT \text{ или } \frac{pV}{T} = \frac{N}{N_A} R \end{aligned} \quad (2.11)$$

6. Гидравлическое движение молекул. Средняя скорость (квадратичная)



$$\bar{v}_n^2 = \bar{v}_y^2 = \bar{v}_z^2 \quad (2.12)$$

$$\bar{v}^2 = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N} \quad (2.13)$$

$$v^2 = v_{x_1}^2 + v_{y_1}^2 + v_{z_1}^2 \quad (2.14)$$

$$\bar{v}^2 = \bar{v}_{x_1}^2 + \bar{v}_{y_1}^2 + \bar{v}_{z_1}^2 \quad (2.15)$$

Учитывая (2.12), подставив в (2.15) \bar{v}_n^2 вместо \bar{v}_y^2 и \bar{v}_z^2 . Тогда средний квадрат проекции скорости:

$$\bar{v}_{x_1}^2 = \frac{1}{3} \bar{v}^2 \quad (2.16)$$

7. Основное уравнение М.К.м.

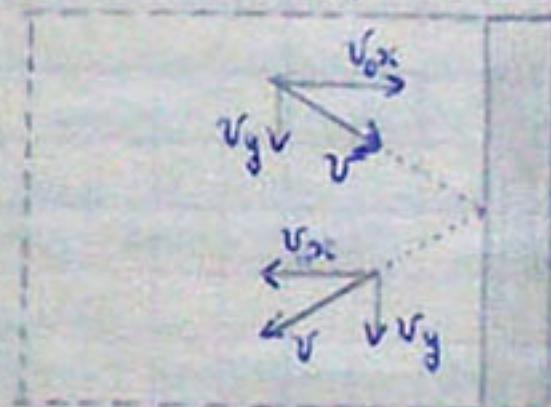


рис. 1.

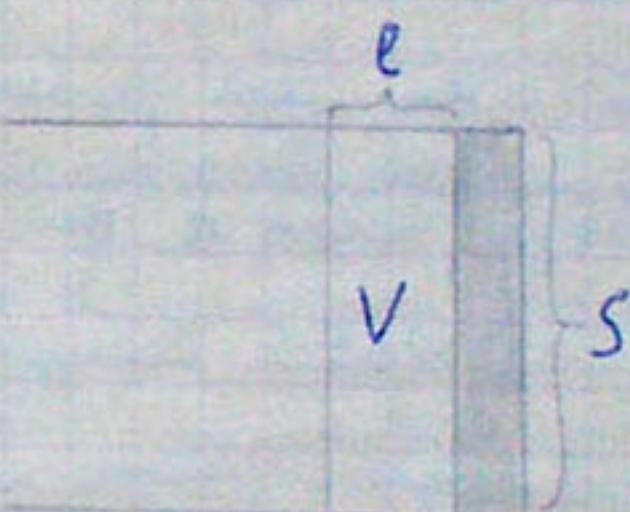


рис. 2.

10 При ударе молекула о нормаль проекции скорости v_{0x} на направление, перпендикулярное поверхности пориста, меняет знак: $v_{x0} = -v_{0x}$, а остальные проекции остаются без изменения. (см. рис. 1). Изменение проекции импульса молекулы по оси O_x равно:

$$m_0 v_{x0} - m_0 v_x = m_0 v_x - (-m_0 v_x) = 2m_0 v_x. \quad (2.17)$$

Согласно II закону Ньютона модуль импульса силы, действующей на порист со стороны другой молекулы равен:

$$F \Delta t = 2m_0 v_x \quad (2.18)$$

"Пособие по физике"
(C) Э.Г.Гаузер, Баку, 2011
<http://erichware.co.cc>

Для того, чтобы возможить импульс силы, действующей на порист со стороны той молекулы, необходимо подчиняться соударение молекул с пористом за время Δt , много большее времени удара оную молекулы δt . За время Δt порист достигнет молекуле молекулы, которые находятся на расстоянии $\ell = |v_x| \Delta t$ от неё. (см. рис. 2). Видимый объем зоны радиус $r = |v_x| \Delta t \cdot S$. Если концентрация молекул равна n , то число их в этой области будет равно $n |v_x| \Delta t \cdot S$. Вследствие хаотичности движения молекул в среднем они поглощают движение в сторону пориста и удаляют его. Следовательно, число ударов \mathcal{Z} за время

st будет равно:

11

$$Z = \frac{n}{2} |V_{21}| st \cdot s \quad (2.19)$$

Каждая молекула при ударе имеет импульс поршня на $2m|V_{21}|$. За время st 2 молекулы получат импульс на $2m|V_{21}|Z$. Согласно II закону Ньютона между импульсом силы, действующей на поршень, равен между изменениям его импульса.

$$F_{st} = 2Z m |V_{21}| = nm_s S v_x^2 st. \quad (2.20)$$

Из $\kappa \cdot v_x^2 = \frac{1}{3} v^2$ (2.16), то $F_{st} = \frac{1}{3} nm_s S v^2 st$. Сократив на st и разделив на S, получаем давление газа:

$$p = \frac{1}{3} m n \bar{v}^2 \quad (2.21)$$

Так как средняя кинетическая энергия молекул равна:

$$\bar{E} = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2},$$

то выражение (2.21) можно записать так:

$$p = \frac{2}{3} \kappa \bar{E} \quad (2.22).$$

8. Температура = через средней кинетической энергии молекул

Уравнение (2.22) умножим на V_m и учтем, что $nV_m = N_A$.

получим:

$$pV_m = \frac{2}{3} N_A \bar{E}$$

Вместе с тем $pV_m = RT$ (2.9). Итогда мы имеем,

772

$$\frac{2}{3} N_A E = RT, \quad \text{Отсюда:}$$

$$E = \frac{3}{2} \frac{RT}{N_A} = \frac{3}{2} kT \quad (2.23)$$

Средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа прямо пропорциональна абсолютной температуре.

Подставив (2.23) в (2.22), получим

$$p = n k T. \quad (2.24)$$

Аналогично следует закон А玻узера:

В равновесии объема газов при одинаковой температуре и давлении содержат одинаковое число молекул.

3. Скорость-молекул-газа.

Уравнение (2.23) позволяет найти среднюю кинетическую энергию движения молекул. Подставив в это уравнение $E = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$, получим:

$$\bar{v}^2 = \frac{3kT}{m_0} \quad (2.25)$$

Учитывая, что $k = \frac{R}{N_A}$, а $m_0 = m/N_A$, формулу (2.25)

можно записать в виде $\bar{v}^2 = \frac{3RT}{\mu}$. Отсюда средняя кинетическая энергия молекул равна:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} \quad (2.26)$$

3. Термодинамика.

1. Закон сохранения энергии.

Энергия в природе не возникает из ничего и не исчезает. Количество энергии неизменно. Оно может переходить из одной формы в другую.

2. Первый закон термодинамики

Изменение внутренней энергии системы при переходе ее из одной состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданной системе.

$$\Delta U = A + Q \quad (3.1)$$

3. Второй закон термодинамики

Приходя в замкнутой системе тепло передача всегда направлена тепло от более нагретого тела к менее нагретому.

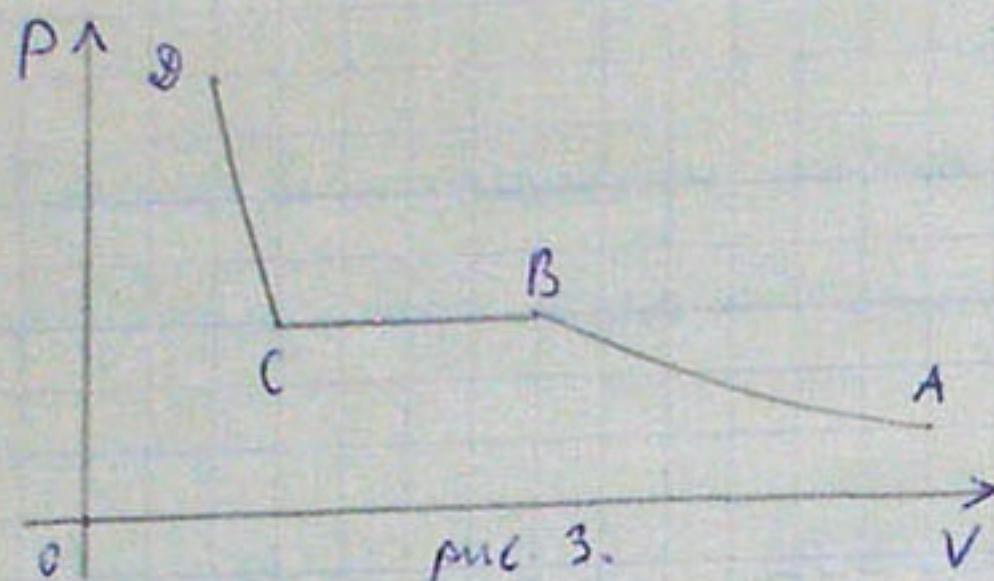
4. Взаимные превращения жидкостей и газов.

1. Газ, находящийся в одинаковом равновесии со своим жидким, насыщенным паром

2. Независимо от объема давление пара p_0 , при котором жидкость находится в равновесии со своим паром, называемом давлением насыщенного пара.

14.

3. Изотермический - сжатие - пар



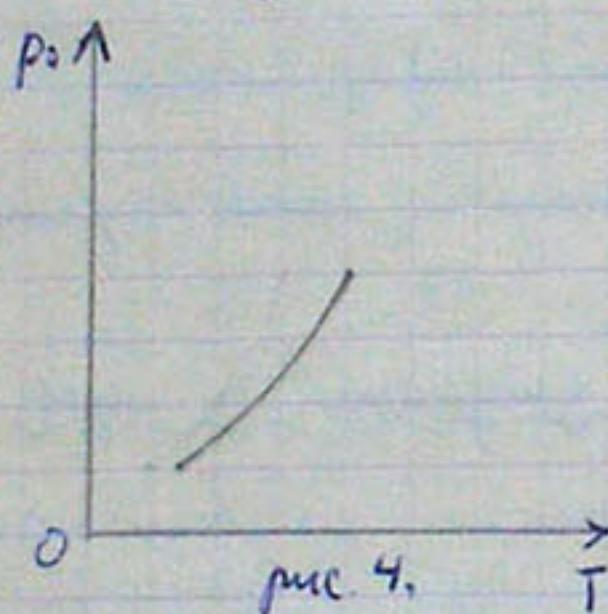
По рисунку 3:

AB - увеличение плотности и давления

BC - конденсация пара в жидкость

CD - сжатие жидкости.

4. Равновесия насыщенного пара с увеличением температуры



5. Критическая температура.

Критическая называемая температура, при которой исчезают различия в физических свойствах между жидкостью

и ее наименьшим паром.

P_A

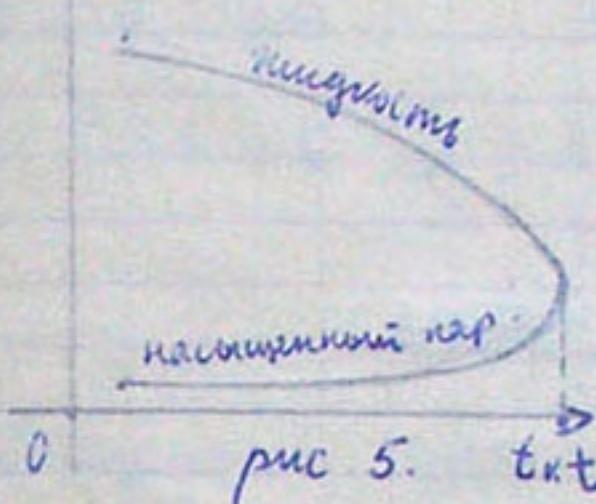


рис 5. т.т

6. Влажность - воздух

- давление, которое производят все водяной пар, если бы все остальные газы отсутствовали, находящем парциальное давление водяного пара.
- Абсолютная влажность - это количество водяного пара в объеме воздуха. (влажность паров)

$$\rho_{abs} = \frac{m_{vap}}{V_{air}} \quad (4.1)$$

- Относительная влажность воздуха φ находит отношение парциального давления P водяного пара, содержащего в воздухе при данной температуре к давлению P_0 наименьшего пара при той же температуре, выраженное в процентах

$$\varphi = \frac{P}{P_0} \cdot 100\% \quad (4.2)$$

- Относительная влажность воздуха φ находит отношение

16. Число плотностей паров будет при данной температуре, содержащих в водороде, и плотности насыщающих паров при той же температуре, выраженное в процентах.

$$\varphi = \frac{P_{\text{вс}}}{P_{\text{н.п.}}} \cdot 100\% \quad (4.3)$$

5. Гидравлическое сопротивление.

1. Сила-поверхностного натяжения

Силой поверхностного натяжения называют силу, действующую вдоль поверхности жидкости перпендикулярно к линии, ограничивающей эту поверхность, и стремящуюся сократить ее до минимума.

2. Когдравлическое-поверхностное-напряжение.

Отношение модуля F силы поверхностного натяжения, действующей на единицу поверхности, к длине ℓ , к этой силе где каждая единица есть величина постоянная

$$\sigma = \frac{F}{\ell} \quad (5.1)$$

$$\text{откуда: } F = \sigma \ell \quad (5.2)$$

6. Дифференциальное напряжение.

1. Напряжение.

Напряжение - величина, равная отношению модуля F силы

чупусты и показали напряжения σ или.

77

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (6.1)$$

2. Закон Гука

$$F = K \Delta l \quad K = E \frac{S}{l_0} \quad G = E \frac{\Delta \ell}{\ell_0} \quad F = E \frac{\Delta l}{l_0} S \quad \text{откуда}$$
$$E \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{F}{S} \quad (6.2)$$

3. Деформации сдвига.

При одинаковых деформациях угол сдвига φ пропорционален модулю F приложенной силы.

4. Запас прочности.

- Максимальное напряжение, при котором еще не возникают заметные остаточные деформации, называем пределом упругости σ_{up} .
- Разрыв произойдет настолько, как напряжение достигает максимального значения, называемого пределом прочности σ_{pr} .
- Число, показывающее во сколько раз предел прочности больше допустимого напряжения σ_{up} , называем коэффициентом запаса прочности.

$$n = \frac{\sigma_{pr}}{\sigma_{up}} \quad (6.3)$$

4. Поступательное движение

1. Обратное - растяжение.

$$\frac{V - V_0}{V_0} = \frac{\Delta V}{V_0} = \beta \Delta t = \beta (t - t_0) \quad (4.1)$$

из формулы (4.1) следует:

$$V = V_0 (1 + \beta \Delta t) \quad (4.2)$$

2. Линейное расширение

$$\frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \Delta t \quad (4.3)$$

из формулы (4.3) следует:

$$l = l_0 (1 + \alpha \Delta t) \quad (4.4)$$

3. Увеличение - сокращение

$$\frac{s - s_0}{s_0} = \frac{\Delta s}{s_0} = \gamma \Delta t \quad (4.5)$$

из формулы (4.5) следует:

$$s = s_0 (1 + \gamma \Delta t) \quad (4.6)$$

4. Связь - коэффициентов

$$\beta = 3\alpha \quad \gamma = 2\alpha.$$

Зависимость

III Электродинамика

8 Электрическое поле

1. Электрический заряд - физическая величина, определяемая интенсивностью электрических взаимодействий.
2. Существует нейтральный заряд, называемый электротриптионом, который образован by заряженные электротрионы гаммы.
3. Закон сохранения электрического заряда.

В единойной системе алгебраической сумма зарядов будет оставаться неизменной:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const.} \quad (8.1)$$

4. Закон Кулона

Сила, с которой взаимодействуют два положительных заряда прямо пропорциональны величинам этих зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними, заложенное в среде и направлена будь прямой, что подтверждено.

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (8.2)$$

5. Напряженность электрического поля.

Напряженность поля равна отношению силы, с которой оно действует на заряд, к этому заряду:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (8.3)$$

отсюда: $E = \frac{kq_0}{\epsilon_0^2 q_0} = \frac{kq_0}{\epsilon_0^2} \quad (8.4)$

из формулы (8.3):

$$\vec{F} = q\vec{E} \quad (8.5)$$

6. Принцип суперпозиции полей.

Если в данной точке пространства различные заряды создают векторное электрическое поле, например, поля $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3$ и т.д., то результатирующая напряженность поля в этой точке равна

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots \quad (8.6)$$

7. Потенциал диполей

Суммирование потенциальных и отрицательных связанных зарядов диполярица в произвольном месте наливает энергией.

8. Работа по перемещению заряда. Потенциальная энергия

$$A = qE(d_1 - d_2) \quad (8.7)$$

Если работа не зависит от формы траектории поля, то она равна изменению потенциальной энергии поля, т.е.

22

мощи с противоположными знаками.

$$W_p = qEd \quad A = qE(d_1 - d_2) = -(qEd_2 - qEd_1) = -\Delta W_p \quad (8.8)$$

9. Потенциал, - разность потенциалов.

a) Потенциал электростатического поля изложен в столице -
ные потенциалы первой заряды близко к этому заряду.

$$\varphi = \frac{W_p}{q} \quad (8.9)$$

из формул (8.8) и (8.9) получаем равен:

$$q = Ed \quad (8.10)$$

b) $A = -(W_{p2} - W_{p1}) = -q(\varphi_2 - \varphi_1) = -q \Delta \varphi. \quad (8.11)$

c) $U = -\Delta \varphi = \varphi_1 - \varphi_2 \quad (8.12)$

2) из формул (8.11) и (8.12) следует:

$$U = \frac{A}{q} \quad (8.13)$$

Напряжение между двумя точками равно столиче-
нию работы поле на перемещение заряда из начальной
точки в конечную к этому заряду.

g) $\varphi = K \frac{q}{\epsilon_0 r}. \quad (8.14)$

10. Константа и разность потенциалов

$$E = \frac{U}{d} \quad (8.15)$$

11. Эквивалентные поверхности

Поверхности равного потенциала называемые эквивалентными.

12. Электропленка.

Электропленка это проводник погружен в диэлектрик. Ячейка имеет форму куба с длиной стороны a . Потенциалы на верхней и нижней граний ячейки отличаются на $\Delta\varphi$.

$$C = \frac{Q}{U} \quad (8.16)$$

13. Электролитический плоский конденсатор.

Напряженность поля плоскости равна

$$E_1 = \frac{\kappa \epsilon_0 U}{d} - \frac{\kappa \epsilon_0 Q}{\epsilon S} \quad (8.17)$$

Напряженность поля катодной пластины вычисляется по формуле (8.17)

Регулируемая напряженность будет равна:

$$E = 2E_1 = \frac{\kappa \epsilon_0 Q}{\epsilon S} \quad (8.18)$$

Учитывая, что $\kappa = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, формула (8.18) упрощается:

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon S} \quad \text{Следовательно,}$$

$$U = Ed = \frac{Qd}{\epsilon_0 \epsilon S} \quad (8.19)$$

Подставив (8.19) в (8.16), получаем:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \quad (8.20)$$

24

14. Батареи конденсаторов.

- а) Электрическость батареи конденсаторов при параллельном соединении равна сумме электрическостей отдельных конденсаторов:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad (8.21)$$

- б) Величина, обратная электрическости батареи конденсаторов при последовательном соединении, равна сумме величин, обратных электрическостям отдельных конденсаторов:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \quad (8.22)$$

15. Энергия конденсатора.

Согласно формуле (8.8) энергия конденсатора равна

$$W_p = q \frac{E}{2} d. \quad (8.23)$$

Причем $E_d = 21$, то

$$W_p = \frac{q u}{2} \quad (8.24)$$

Согласно формуле (8.16) получаем.

$$W_p = \frac{q^2}{2e} = \frac{u^2}{2}. \quad (8.25).$$

16. Процентная терния.

Подставив в (8.25) (8.20), получим.

$$W_p = \frac{\epsilon u^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_s}{d} \cdot \frac{E^2 d^2}{2} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_s E^2}{2} sd \quad (8.26). \quad 25$$

Разделив (8.26) на объем sd , получим плотность энергии.

$$w = \frac{\epsilon_0 \epsilon_s E^2}{2} \quad (8.27)$$

Задания

"Пособие по физике"
(С) Э.Г.Гаузер, Баку, 2011
<http://erichware.co.cc>

9. Постоянный электрический ток.

1. Сила тока

Сила тока равна отношению заряда q , перенесенного через некоторое сечение проводника за интервал времени Δt к этому интервалу времени.

$$I = \frac{q}{\Delta t} \quad (9.1)$$

$$\Delta t = \frac{\Delta l}{v} \quad q = q_0 n S \Delta l \quad \text{Отсюда}$$

$$I = \frac{q}{\Delta t} = \frac{q_0 n S \Delta l v}{\Delta l} = q_0 n v S \quad (9.2)$$

2. Зависимость силы тока от напряжения.

Сила тока прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению участка цепи.

$$I = \frac{U}{R} \quad (9.3)$$

3. Сопротивление

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{U}{I} \quad (9.4)$$

4. Зависимость сопротивления от температуры

$$\frac{R - R_0}{R_0} = \alpha \Delta t \quad (9.5)$$

5. Соединение сопротивлений

а) Параллельное: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \quad (9.6)$

5) Последовательное

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (9.7)$$

27

6. Работа электрического тока

$$A = qU, \quad j = \frac{q}{\Delta t} \quad \text{согласовано}$$

$$A = Ju\Delta t \quad (9.8)$$

С помощью формулы (9.3) получим:

$$A = j^2 R \Delta t = \frac{u^2 \Delta t}{R} \quad (9.9).$$

7. Давление - количество - единица

Количество теплоты, выделенное проводником с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени протекания тока.

$$Q = j^2 R \Delta t. \quad (9.10) \quad \text{i.e. } A = Q.$$

8. Мощность

$$P = \frac{A}{\Delta t} = ju = j^2 R = \frac{u^2}{R} \quad (9.11)$$

9. Электродвижущая сила. (Э.д.с.)

Электродвижущая сила в замкнутой контуре представлена собой отношение работы сторонних сил по перемещению заряда к этому заряду.

$$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{ст}}}{q} \quad (9.12)$$

28 10. Закон Ома для замкнутой цепи

$A_{\text{ст}} = \mathcal{E}q.$ Согласно (9.1):

$$A = C \mathcal{I}st \quad (9.13)$$

Согласно (9.10):

$$Q = \mathcal{I}^2 R st + \mathcal{I}^2 r st \quad (9.14)$$

Будем использовать выражение $A = Q$, получим:

$$\mathcal{E} \mathcal{I} st = \mathcal{I}^2 R st + \mathcal{I}^2 r st, \text{ откуда}$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{I} R + \mathcal{I} r = \mathcal{I}(R + r) \quad (9.15) \text{ или:}$$

$$\mathcal{I} = \frac{\mathcal{E}}{R+r}. \quad (9.16)$$

Сила тока в замкнутой цепи равна отношению Э.Д.С источника тока к полному сопротивлению цепи.

11. Первый закон Рэлея.

Масса вещества, выделяющегося на электроде за время Δt при прохождении электрического тока, пропорциональна силе тока и времени.

$$m = \kappa \mathcal{I} st \quad (9.17).$$

12. Второй закон Рэлея.

Электрохимический эквивалент вещества К пропорционален его химическому эквиваленту $\frac{M}{n}$.

$$K = \frac{\mu}{2NM} \quad (9.18)$$

Получивше 6 (9.18), получим:

$$m = \frac{JstM}{2NMn} \quad (9.19)$$

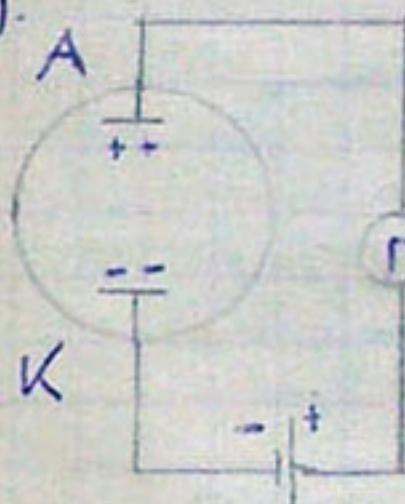
$$m = \frac{JstM}{nF}$$

13. Постоянная - Фарадея

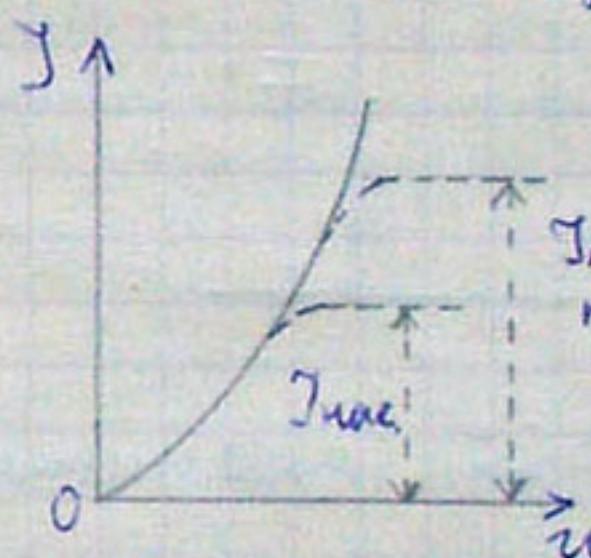
$$F = eN_A \quad (9.20)$$

14. Ток в вакууме.

a).

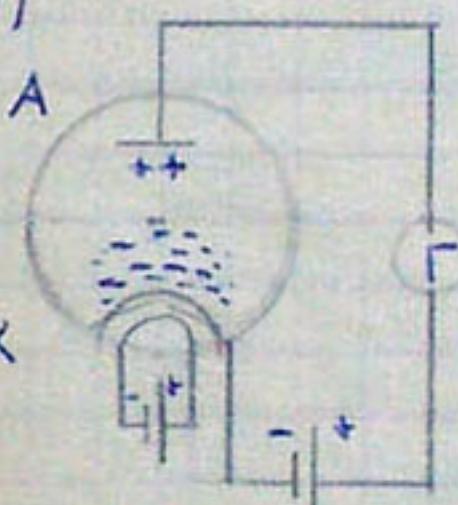


$J = 0$, т.к. нет посторонней заряда.



Так при высокой температуре.

б)

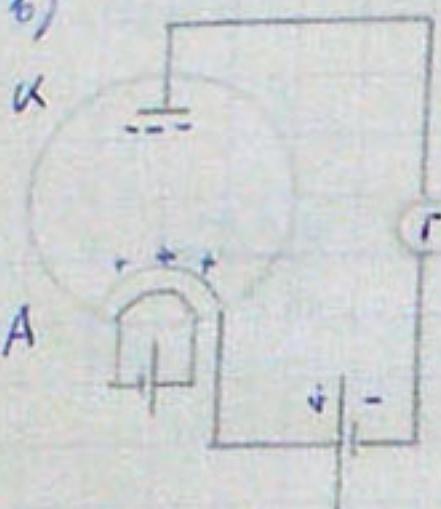


$J > 0$, т.к. при высокой температуре из катода вылетают электроны.

$$\frac{mv_e^2}{2} = eU \quad (9.21)$$

50

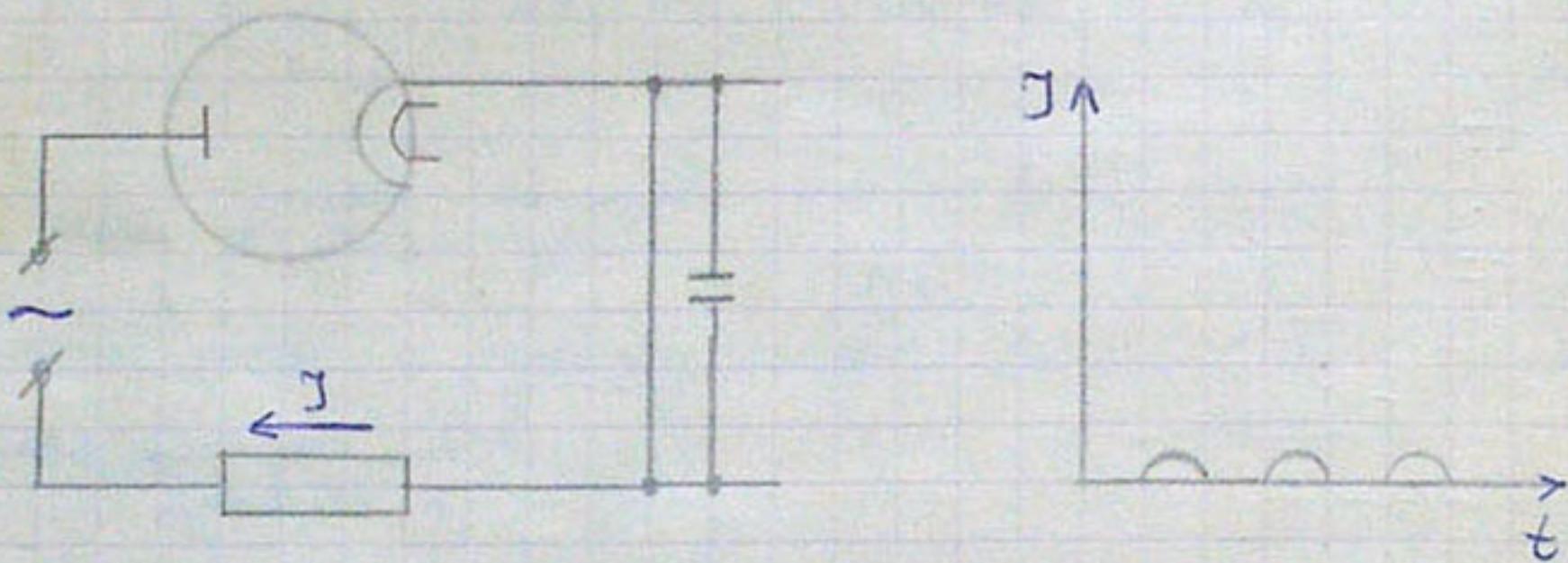
б)



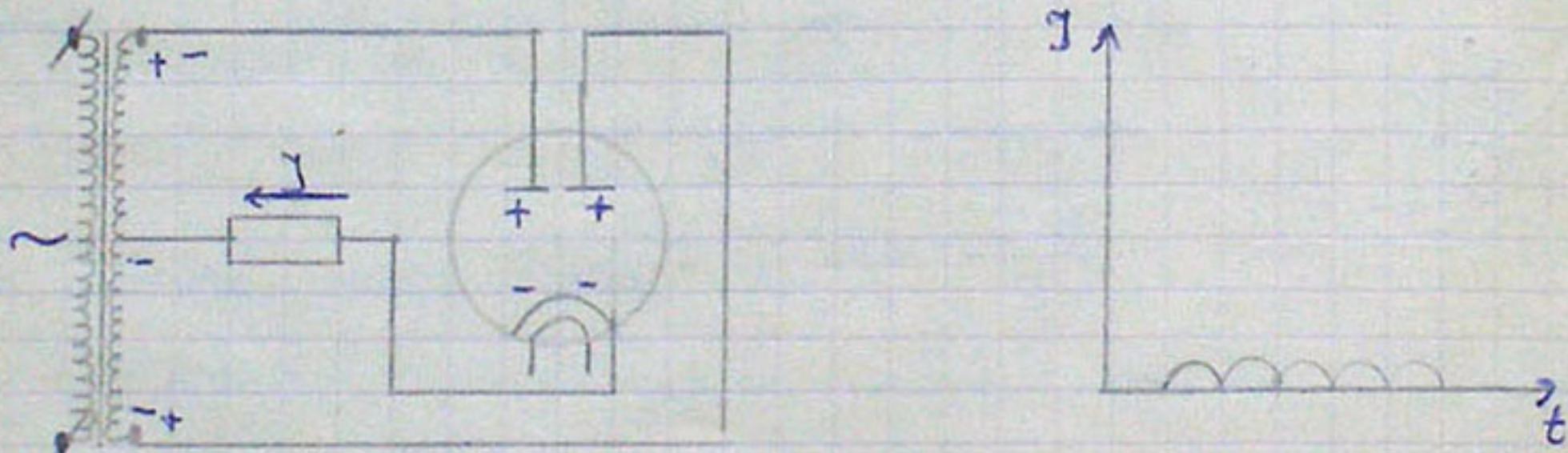
$I = 0$, т.к. нагревается не катод, а анод и эмиттеры не включены.

15. анод.

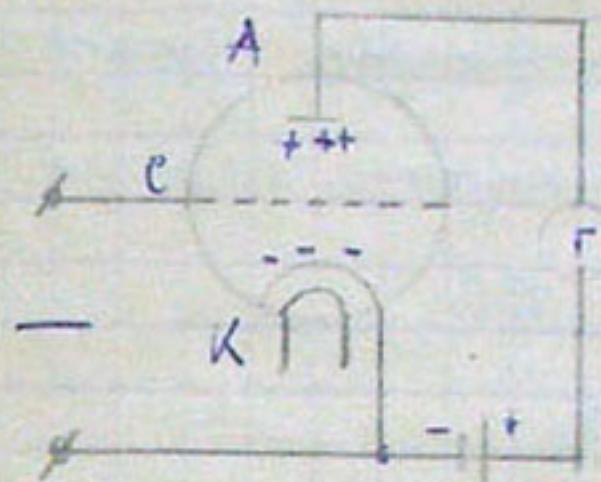
а) Одношуплерийский выпрямитель



б) Двухшуплерийский выпрямитель



16. ГИГионд

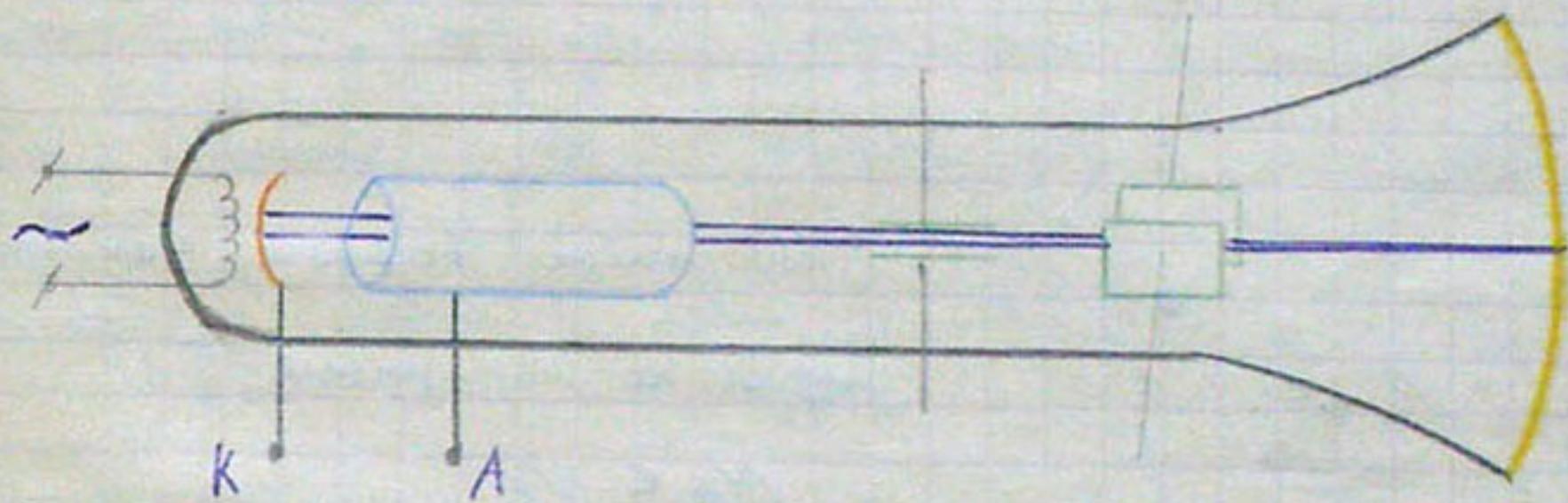


$$\varphi_c > \varphi_K \quad J > 0$$

$$\varphi_c = \varphi_K \quad J_{\min}$$

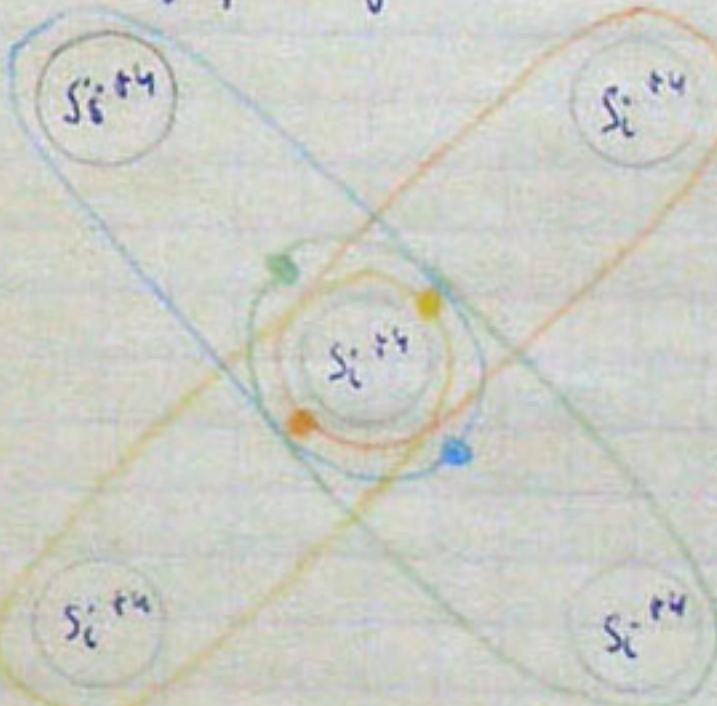
$$\varphi_c < \varphi_K \quad J = 0$$

17. Электронно-мagnetод-трубка



18. Генупроводим.

a)

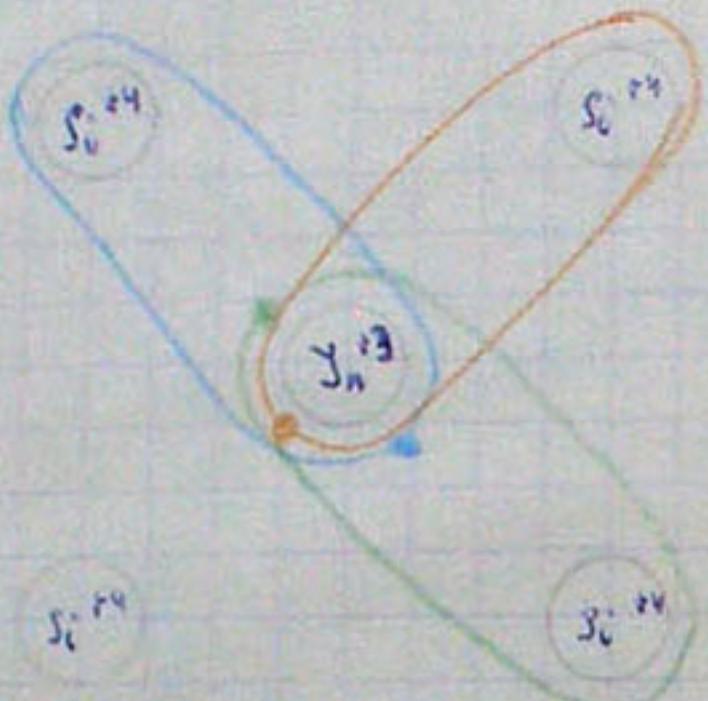


При большем засыпке или его
меньше приходит забой, т.е.

$$N_e = N_g.$$

собственная проводимость.

52
g)

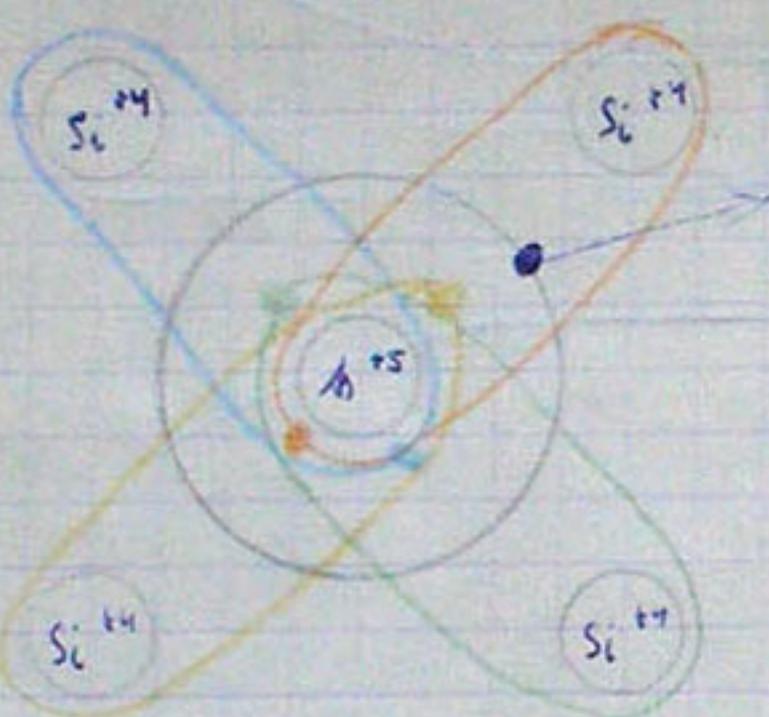


Учение на внешний уровень бро-
некома з электроном, потону юрд
емя дырка, Г.л.

$$N_g > N_e$$

ρ - прободимость

6)



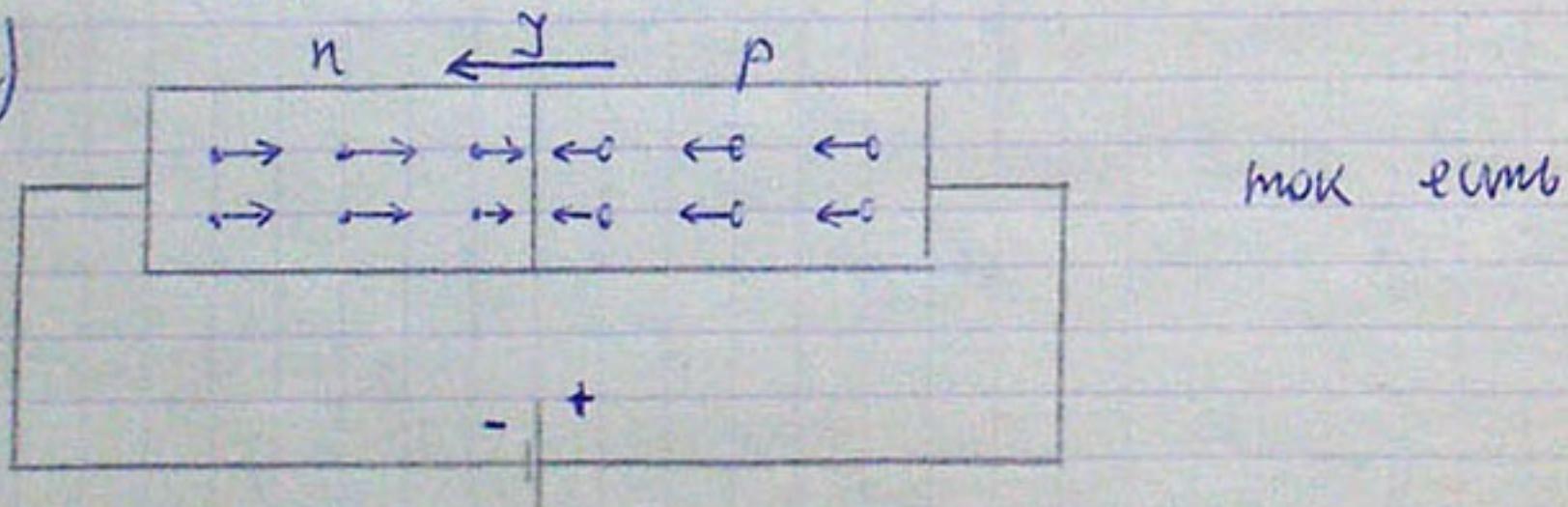
При влече ближней электрони
дырка не образуется, Г.л.

$$N_g < N_e$$

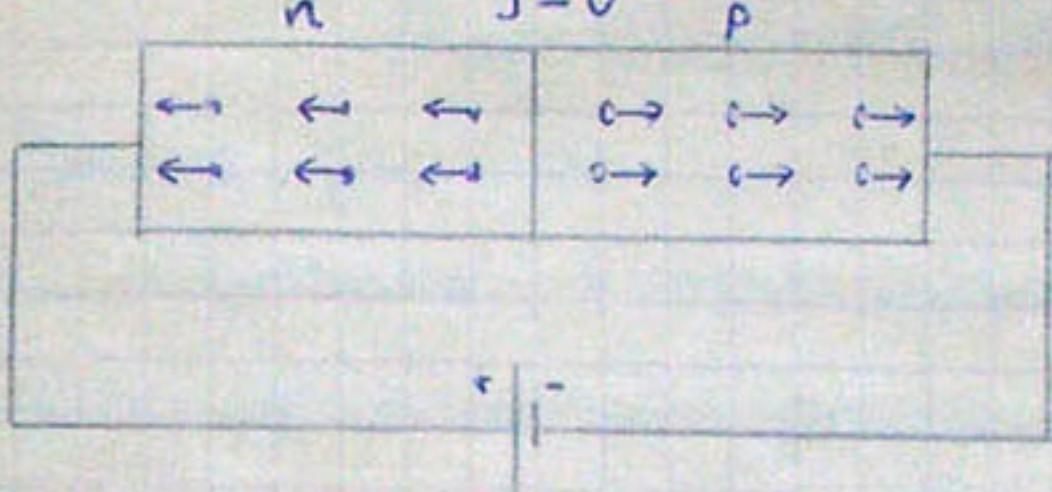
n - прободимость

19. Полупроводниковий - умб

a)



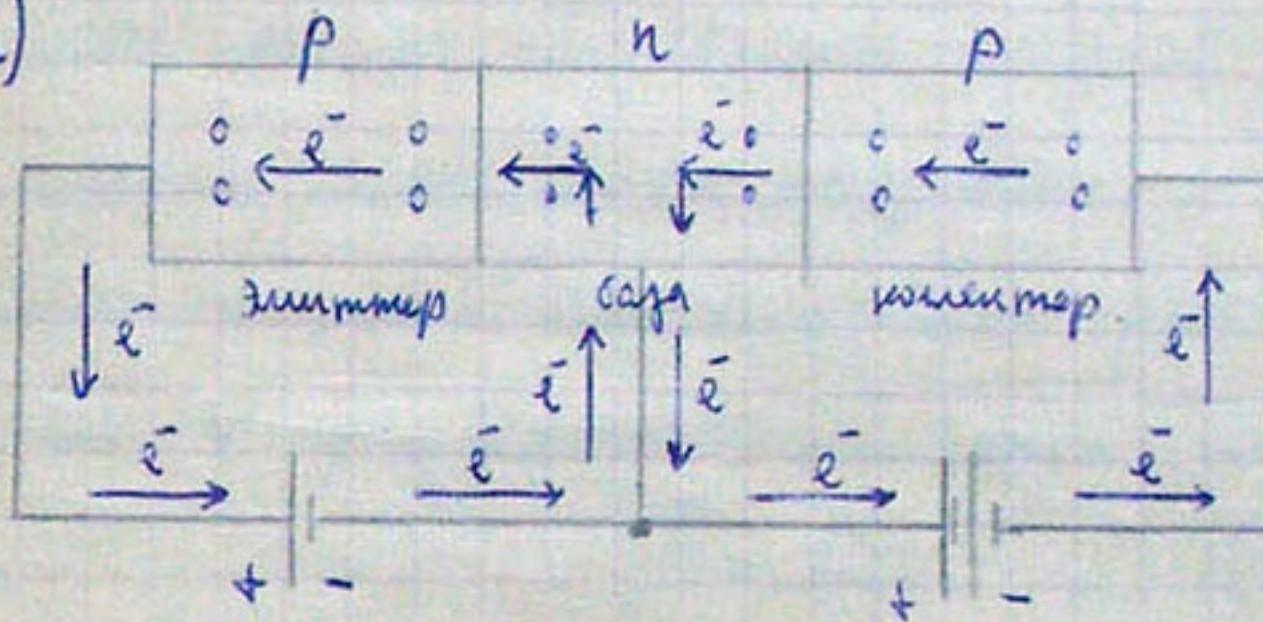
8)



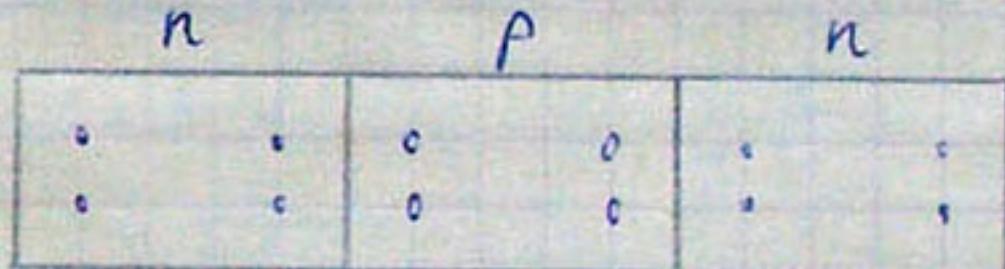
тока нет.

20. Пануправляемый транзистор (транзистор)

a)



б)



10. Магнитное поле токов

1. Правило буравчика:

За направление вектора магнитной индукции в том месте, где расположена рабка с током, примем направление перпендикуляра к рабке, который проводим в ту сторону, куда перемещался бы правильный вектор, если бы прошли его по направлению тока в рабке.

2. Модуль магнитной индукции.

Модуль магнитной индукции равен отношению момента силы к произведению силы тока на расстояние.

$$|\vec{B}| = \frac{M}{IS} \quad (10.1)$$

3. Закон Ампера

$$\text{T.K. } M = F \cdot l, \text{ TO } B = \frac{F \cdot l}{I \cdot S} = \frac{F}{I \cdot l} \text{ откуда } F = B I l \sin \varphi.$$

$$\text{т.к. } B = \frac{F}{I l \sin \varphi} \quad (10.2)$$

4. Сила Лоренца

$$F_L = \frac{F}{N} \quad (10.3) \quad . \text{ Т.к. } F = B I l \sin \varphi \quad (10.2), \text{ ТО.}$$

$$F_L = \frac{B I l \sin \varphi}{N} \quad \text{Т.к. } I = q_0 n \tau S, \text{ а } N = n S l, \text{ то:}$$

$$F_L = \frac{B q_0 n \tau S l \sin \varphi}{n S l} = B q_0 \tau \sin \varphi. \quad (10.4)$$

$$\text{т.к. } \tau = \frac{q}{e}, \text{ ТО. } F_L = \frac{B q e \sin \varphi}{e n} = B q_0 \tau \sin \varphi \quad (10.4)$$

11. Электромагнитная индукция

1. Магнитный поток

Магнитным потоком называется особая физическая величина, которая измеряется произведением вектора магнитной индукции на площадь, на которую падает и на конус угл между \vec{B} и нормалью к поверхности:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi. \quad (11.1)$$

2. Закон электромагнитной индукции.

- a) При таком изменении магнитного потока, проходящеме замкнутой контур, в последнем возникает индукционный ток.
- б) Э.д.с. индукции в замкнутом контуре равна по модулю первому изменению магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром:

$$|E_i| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \quad (11.2)$$

3. График - линия

Индукционный ток берет свое начало направление, противоположное начальному потоку, который он породил.

4. Единица магнитного потока (Вебер).

Магнитный поток через площадь, ограниченную замкнутым контуром, равен 1 Вб, если при равномерном движении этого потока за время 1 с в контуре возникает ЭДС индукции 1 В. $1\text{ Вб} = 1\text{ В} \cdot 1\text{ с}$. (11.3)

5. Единица индукции (Тесла)

Тесла - это такое магнитное индукция, которое создает магнитный потоком 1 Вб на площади 1 м^2 .

$$1\text{ Т} = \frac{1\text{ Вб}}{1\text{ м}^2} = 1 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{м}^2} = 1 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{кг} \cdot \text{м}^2} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}. \quad (11.4)$$

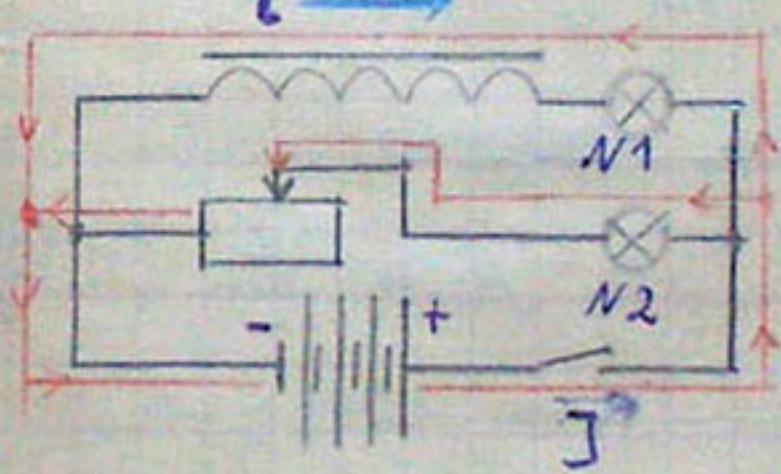
6. ЭДС индукции в движущихся проводниках:

$$F_i = q_0 B v \sin \varphi \quad (10.4), \quad A = F_i l = q_0 B v l \sin \varphi \quad (11.5)$$

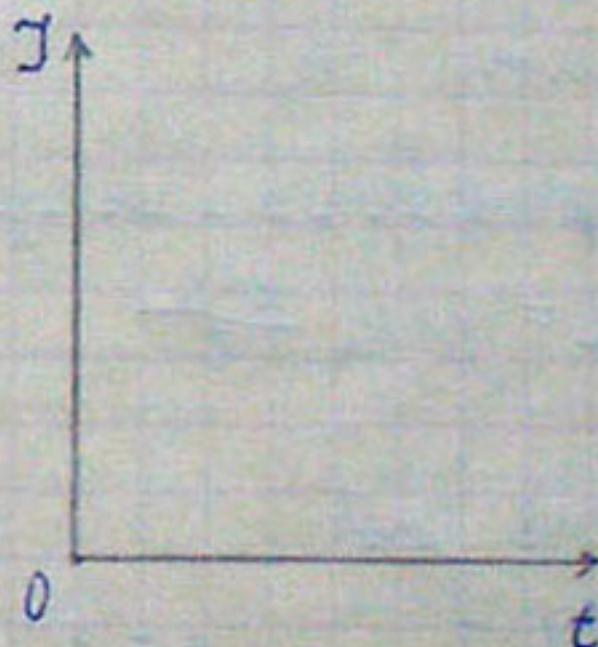
$$\epsilon_i = \frac{A}{q_0} = B v l \sin \varphi \quad (11.6)$$

7. Самоиндукция

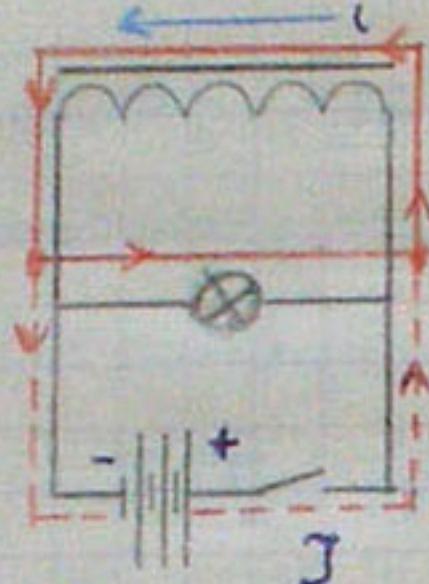
a) Внешнее.



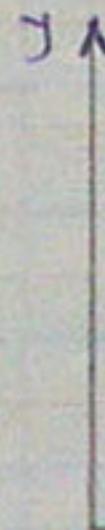
Лампа N_1 запораживает лампу N_2 .



38

8) биполарное

В макетном фоне
можем видеть вини-
сивый зрачок стекой-
ного горения.

8 индуктивность

$$\varphi \sim B \sim I \quad \varphi = L I \quad (11.7)$$

Индуктивность L - это физическая величина, значение которой ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре при изменении силы тока на $1A$ за $1s$.

9. единица индуктивности (Генри)

Индуктивность проводника равна 1Γ , если в нем при изменении силы тока на $1A$ за $1s$ возникает ЭДС самоиндукции $1V$.

$$1\Gamma = 1 \frac{V \cdot s}{A} = 1 \text{ Ом} \cdot \text{с.} \quad (11.8)$$

10. индуктивности - катушки; индуктивные катушки

$$L = \mu_0 \frac{n^2 S}{l} \quad (11.9)$$

$$B = \mu_0 \frac{nI}{l} \quad (11.12)$$

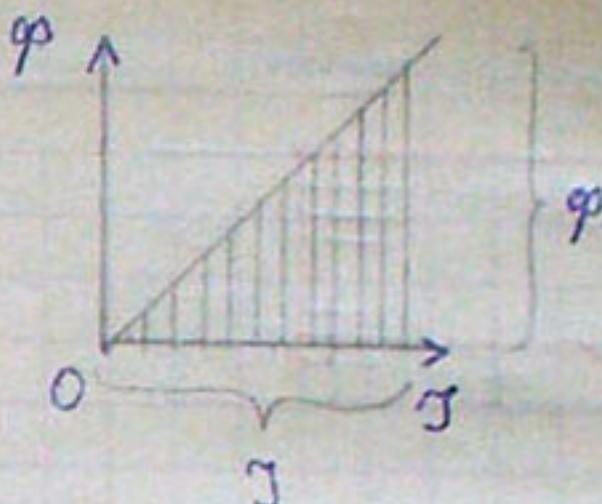
11. Энергия поля

$$\varphi = L I \quad A = \epsilon_i I st \quad \epsilon_i = \frac{d\varphi}{dt} \Rightarrow A = I \varphi \quad (11.10)$$

из формулы (11.10) и

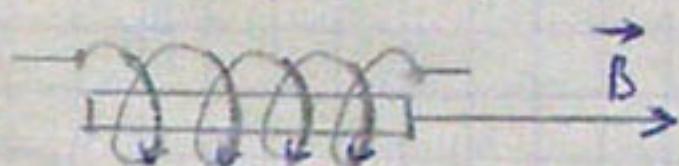
графика следует: $S_A = \frac{ab}{2}$,

$$\text{т.е. } A = \frac{J\varphi}{2} = \frac{c J^2}{2} \quad (11.11)$$



12. Магнитные свойства вещества

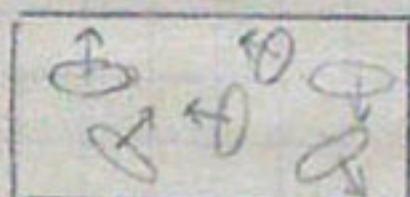
Типометр Ампера



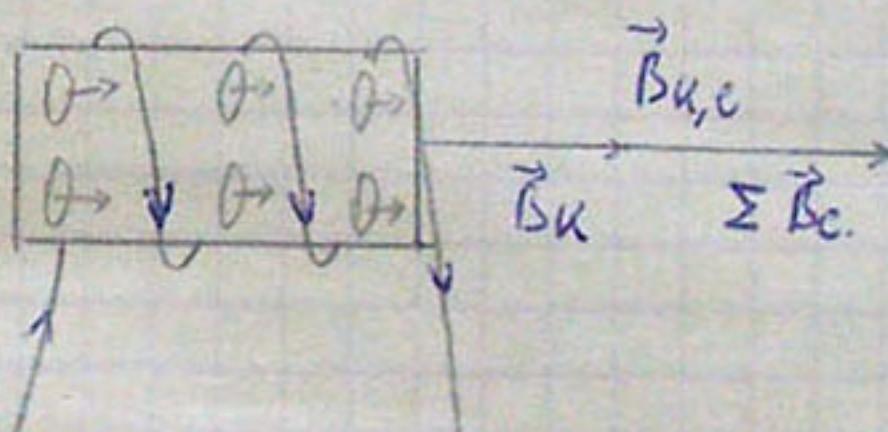
$$|\vec{B}| = \mu_0 \frac{nI}{l} \quad (11.12)$$

$$B \sim nI$$

Вращение электронов в атомах и индуцированные



ориентационные проприятия.



$$\mu = \frac{B_{K,C}}{B_K}$$

магнитная проницаемость

демагнетичный

$$\mu < 1$$

$$\mu \approx 0,999 +$$

ориентационные проприятия
мат.Правило генуя

парамагнетичный

$$\mu > 1$$

$$\mu \approx 1,0003$$

магнитный маг.
не соблюден симметрия.

ферромагнетичный

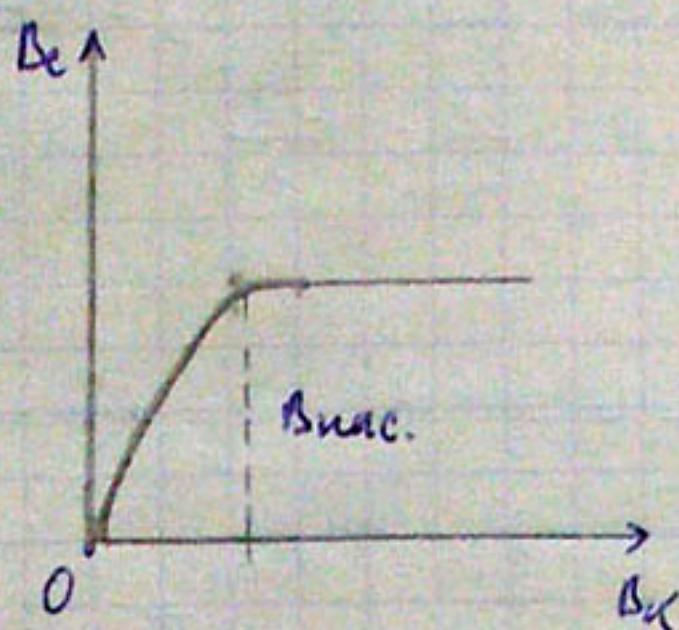
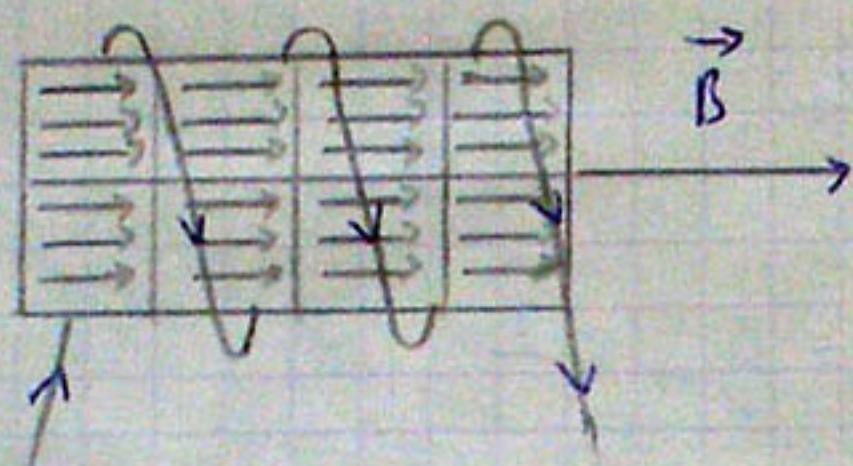
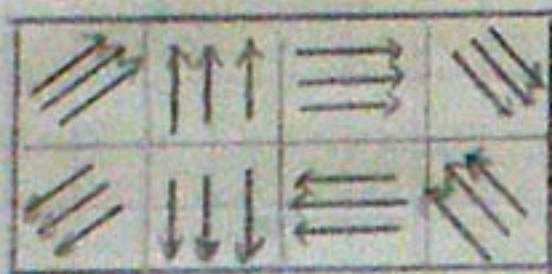
$$\mu \gg 1$$

$$\mu \approx 500 \div 50000$$

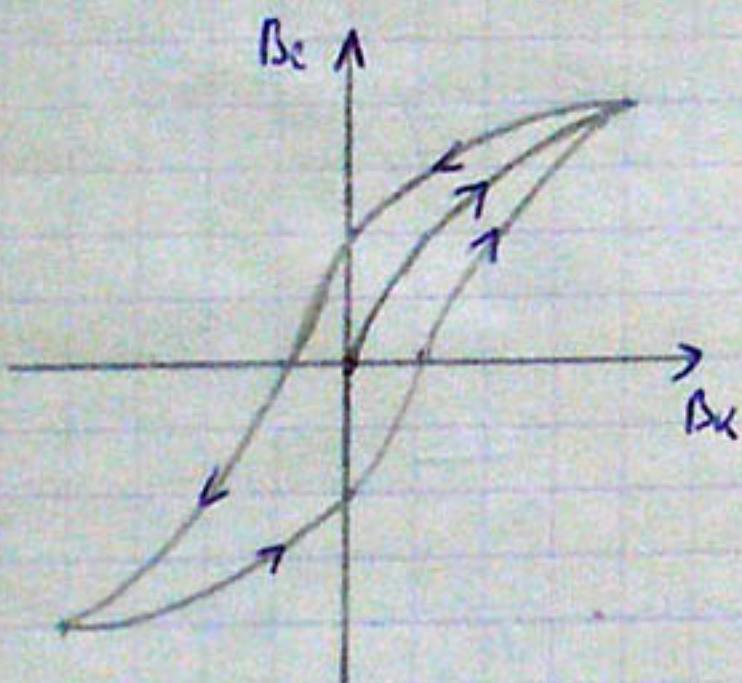
соблюдение симметрии

40

Ферромагнетики. Доменная теория



Напыжение. Гистерезис.



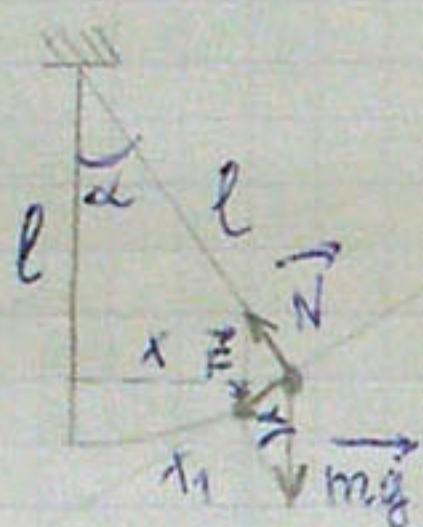
Дополнения.

IV Колебания и волны12. Механические колебания1. Колебания

Колебанием называется периодическое изменение или около положения динамического равновесия.

2. Математический маятник

при $\alpha \rightarrow 0 \quad x \approx \alpha$,



$$\begin{cases} \vec{F} = m\ddot{\alpha} \\ \vec{F} = mgsin\alpha \end{cases} \Rightarrow a = gsin\alpha$$

$$sin\alpha = -\frac{x}{l}, \text{ отсюда}$$

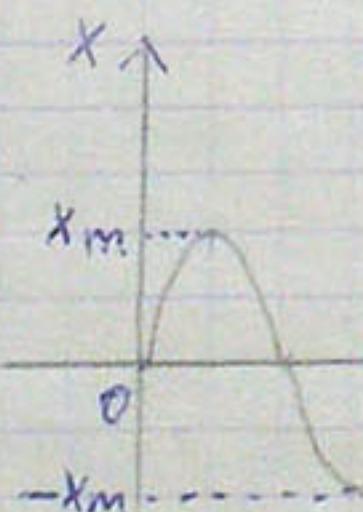
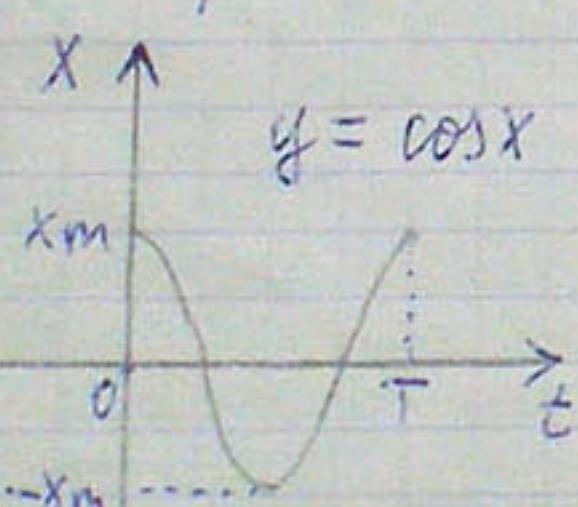
$$a = -g\frac{x}{l}, \text{ причем } \frac{g}{l} = \omega_0^2 \quad (12.1)$$

$$a = x'', \text{ т.е. } x'' = -\frac{g}{l}x \quad (12.2)$$

Подставив (12.1) в (12.2) получаем $x'' = -\omega_0^2 x \quad (12.3)$

$$\text{Очевидно } x = x_m \cos \omega_0 t = x_m \sin \omega_0 t \quad (12.4)$$

Колебание, подчиняющееся законам \sin и \cos , называются гармоническими.



x_m — амплитуда колебаний
 T — период колебаний

Максимальное удаление от положения равновесия
называется амплитудой.

время одного полного колебания называется периодом.

$$V = \frac{1}{T} \quad \text{- частота.} \quad \omega = 2\pi V \quad \text{- циклическая частота,}$$

(12.5) (12.6)

Число колебаний в единицу времени называется частотой.

Резонанс - это аргумент тригонометрической функции в гармоническом колебании, т.е. физическая величина, определяющаяся выражением между данной частотой и частотой.

$$\Delta x = \Delta m \cos(\varphi) = \Delta m \cos(2\pi V t) \quad (12.7) \text{ из } (12.4)$$

$$x = \Delta m \cos(\varphi + \varphi_0) \quad (12.8).$$

Математический маятник - это материальная масса на пружине, упругой, невесомой и нерастяжимой сущности.

$$\omega_0^2 = \frac{g}{l} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (12.9)$$

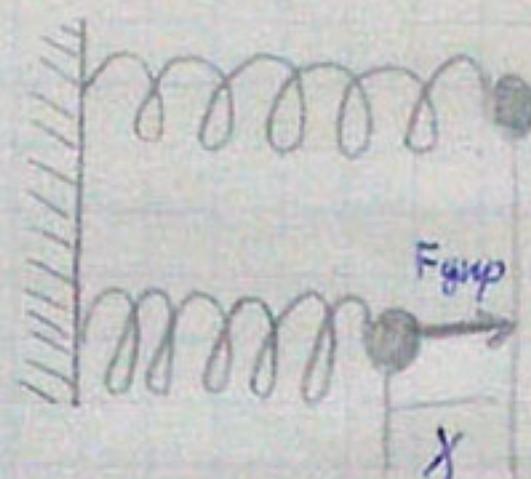
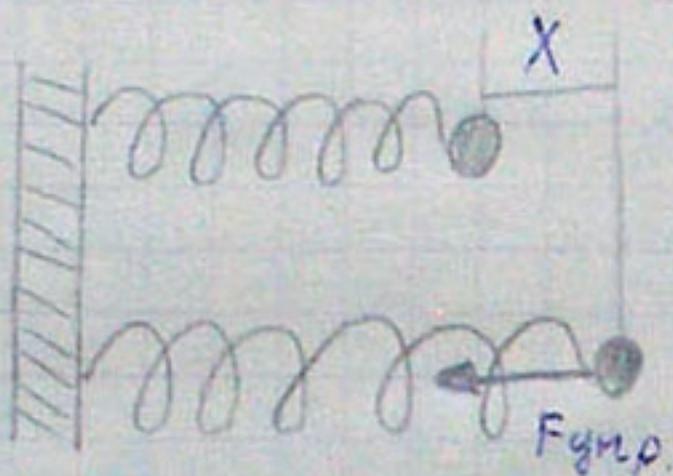
3. Грузоподъемный маятник.

$$\begin{aligned} F_{упр} &= -Kx \\ F &= ma \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} ma &= -Kx \\ a &= -\frac{K}{m}x \end{aligned} \right\} \quad \omega_0^2 = \frac{K}{m} \quad \omega_0 = \frac{2\pi}{T}$$

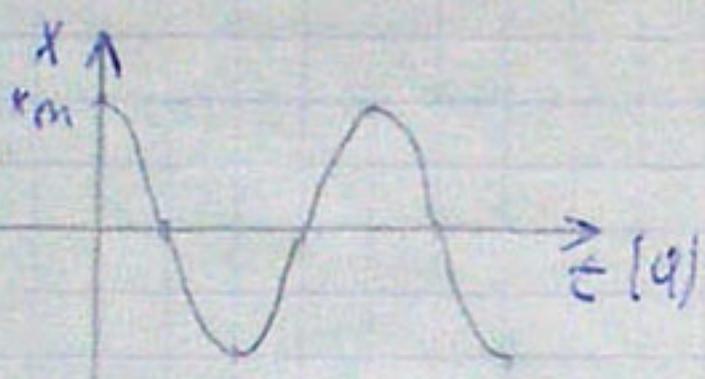
$$x'' = -\omega_0^2 x$$

94

$$x = x_m \cos \omega t = x_m \sin \omega t \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (12.20)$$



4. Скорость и ускорение.



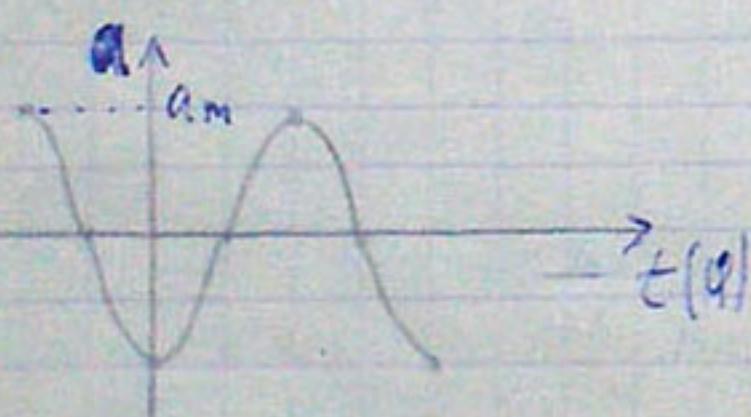
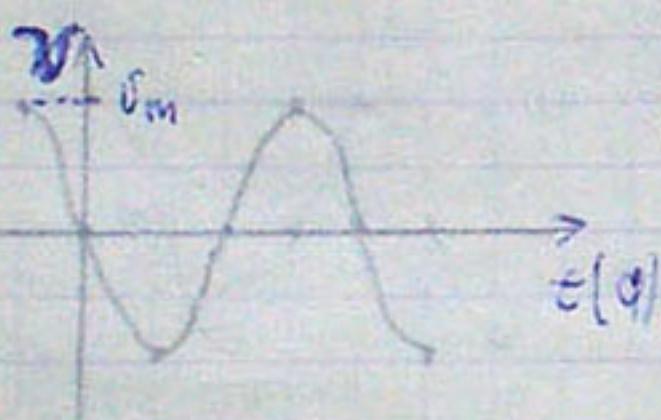
$$\dot{x} = x_m \omega \cos \omega t$$

$$v = \dot{x} \quad a = v' = \ddot{x}$$

$$v = \dot{x} = -x_m \omega \sin \omega t = \quad (12.11)$$

$$= x_m \omega \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) = v_m \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

$$a = v' = -\omega^2 x_m \cos \omega t = \omega^2 x_m \cos (\omega t + \pi) \\ = a_m \cos (\omega t + \pi) \quad (12.12)$$

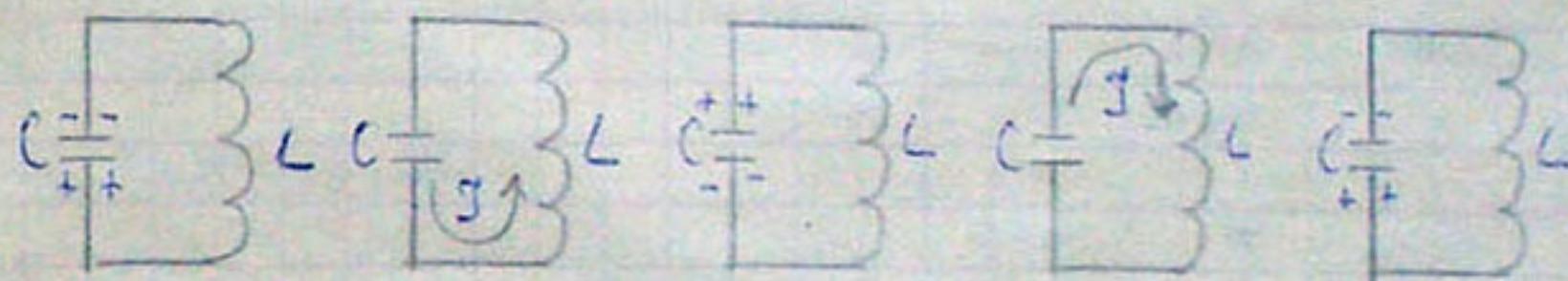
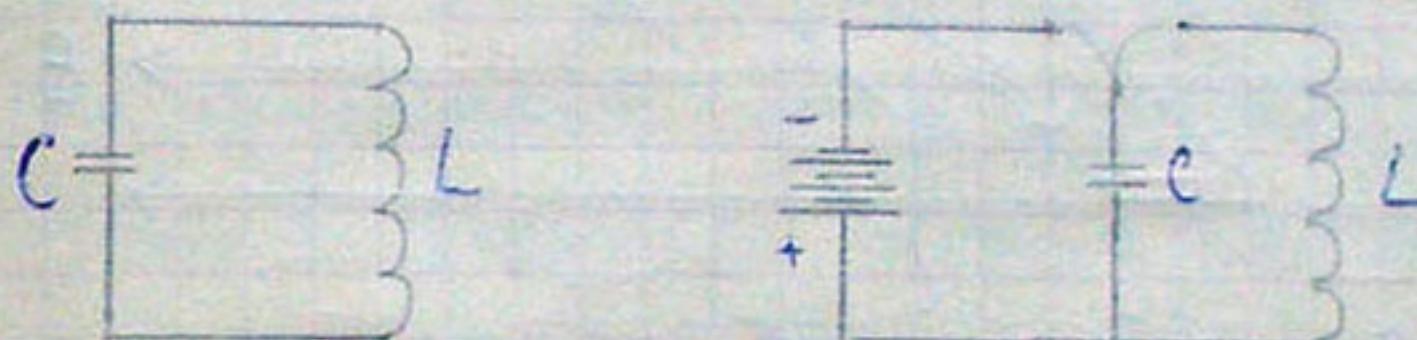


5. Резонанс

Резонанс - резкое увеличение амплитуды колебаний при совпадении частот собственных колебаний с внешними.

13. Электромагнитные колебания

1. Колебательный контур.



$$t = 0$$

$$t = \frac{T}{4}$$

$$t = \frac{T}{2}$$

$$t = \frac{3T}{4}$$

$$t = T$$

$$E_{\text{элк}} = \frac{Cq^2}{2} = \frac{q^2}{2c}$$

$$E_{\text{маг}} = \frac{LI^2}{2}$$

2. Период колебаний.

$$E = \frac{LI^2}{2} + \frac{q^2}{2c} = \text{const.} \quad i = \frac{q}{t} \quad i = q' \quad i' = q''$$

$$E' = \frac{L}{2} 2ii' + \frac{1}{2c} 2qq' = 0 \quad (13.1) \quad Lq'' + \frac{1}{c} qq' = 0. \quad (13.2)$$

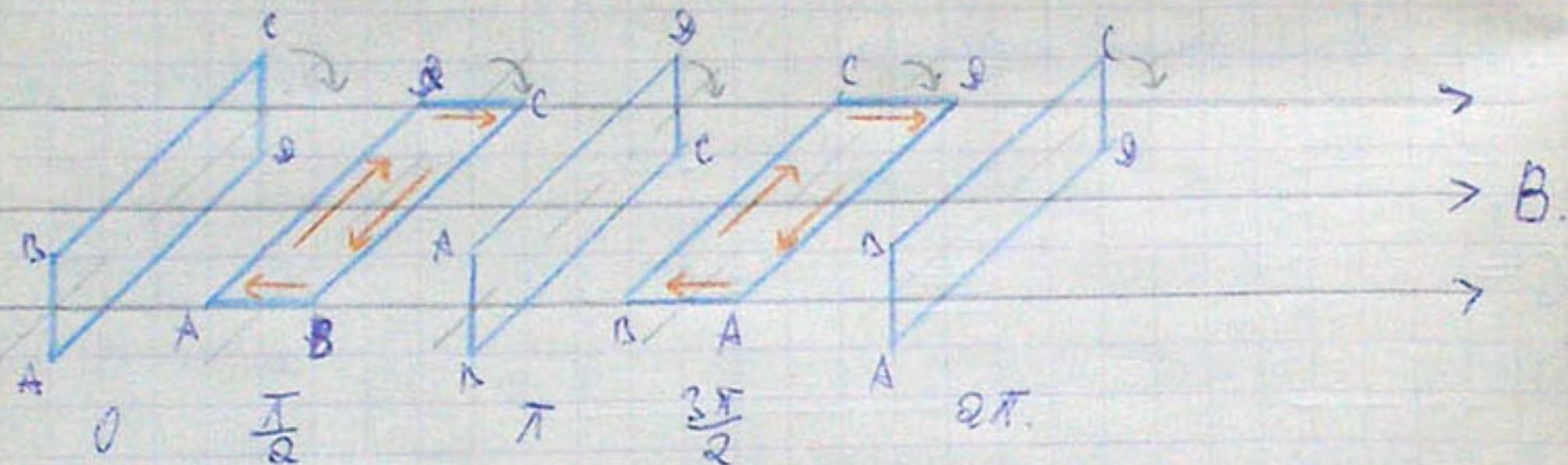
46

$$Lq'' + \frac{1}{C}q = 0 \Rightarrow q'' = -\frac{1}{LC}q \quad (13.3)$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \quad q'' = \omega_0^2 q \quad q = q_0 \cos \omega t = q_0 \sin \omega t \quad (13.4)$$

Колебание гармоническое. Т.к. $\omega = \frac{2\pi}{T}$, следовательно
 $T = 2\pi \sqrt{LC}$ (13.5) - период колебания

3. Переменный ток



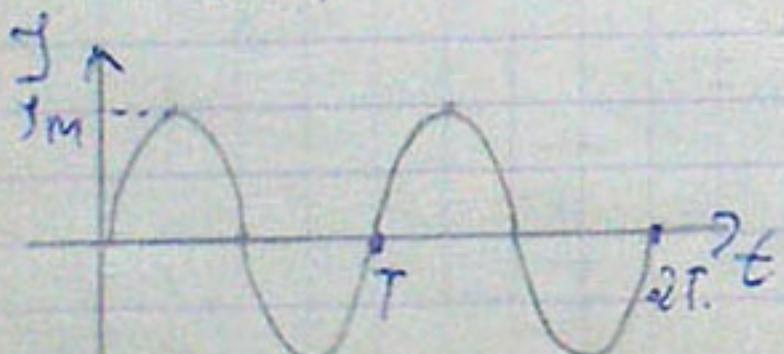
$$q = \text{max} \quad 0 \quad -\text{max} \quad 0 \quad \text{max}$$

$$e = \dot{q} = 0 \quad \text{max} \quad 0 \quad \text{max} \quad 0$$

$$I = 0 \quad \text{max} \quad 0 \quad \text{max} \quad 0$$

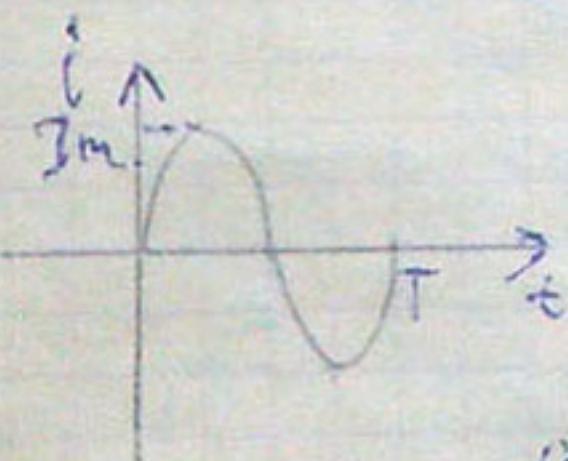
$$q = B \cdot S \cos \omega t \quad e = \dot{q} = -BS\omega \sin \omega t$$

$$I = f(t) = I_0 \sin \omega t, \text{ т.к. } i = I_m \sin \omega t = I_m \cos \omega t \quad (13.6)$$



Колебание гармоническое.

4. Динамическое значение переменного тока.



$$i = I_m \sin \omega t$$

$$\bar{i} = \sqrt{\bar{i}^2} = \sqrt{I_m^2 \sin^2 \omega t} = \\ = I_m \sqrt{\sin^2 \omega t} = I_m \sin \omega t$$

$$\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t = 1, \text{ т.е. } \sin^2 \omega t = \cos^2 \omega t = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

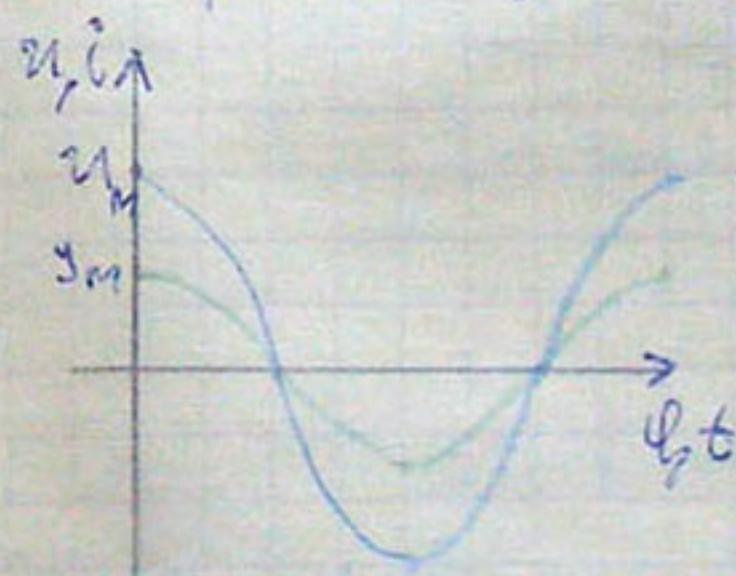
$$i_g = I_m \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad (13.7)$$

За среднее гармоническое значение переменного тока принимают такое значение постоянного тока, который близок тем сходимо не меняя, сколько и переменной.

5. Амплитудное и фазовое сопротивление

a) Амплитудное.

Амплитудное сопротивление имеет сопротивление, в котором близким сходимо не меняя, сколько и переменной.



$$i = \frac{U}{R} = \frac{I_m \cos \omega t}{R}$$

5) Резонансное электрическое поле.

При $R = 0$, $x_L \rightarrow \infty$. \rightarrow X_C

Бесконечное сопротивление и разрывного моста.

Заменяем U на $\frac{\pi}{2}$.

$$U = U_m \cos \omega t.$$

$$q = CU = C U_m \cos \omega t,$$

$$i = q' = -C U_m \omega \sin \omega t =$$

$$= -\omega C U_m \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right). \text{ отсюда}$$

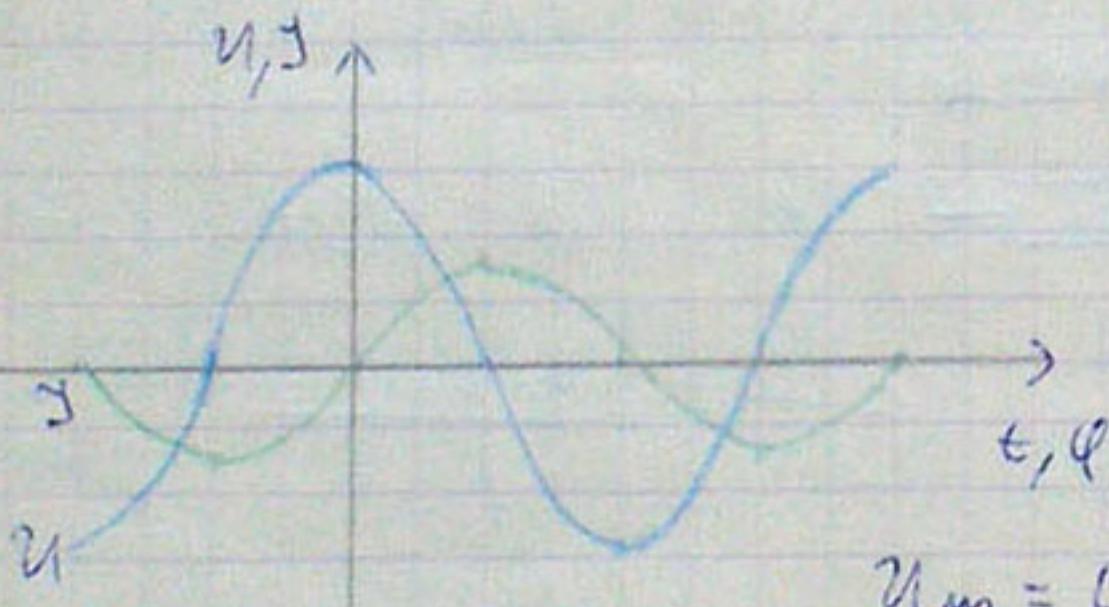
$$\text{при } R \rightarrow 0, x_L \rightarrow 0 \quad i = I_m \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \text{ где } I_m = C U_m \omega,$$

$$\text{отсюда } \frac{U_m}{I_m} = \frac{1}{\omega C} = x_L, \text{ т.е. } x_L = \frac{1}{\omega C}. \quad (13.8)$$

6) Резонансное индукционное.

$$Q = 0 \quad \rightarrow \quad x_L \quad R \rightarrow 0 \quad x_C \rightarrow 0$$

Бесконечное сопротивление и замыкающееся моста.



$$U_m = -E_m.$$

$$E_m = L i'$$

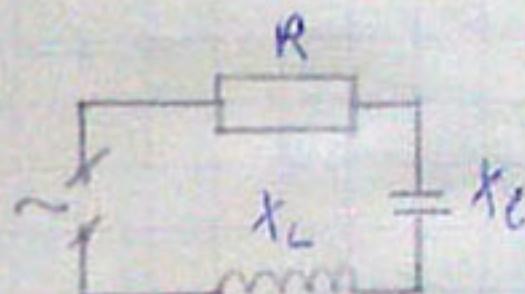
$$U_m = L I_m \omega \sin \omega t =$$

$$= L I_m \omega \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) \Rightarrow$$

§ определяем синусоиду на $\frac{\pi}{2}$

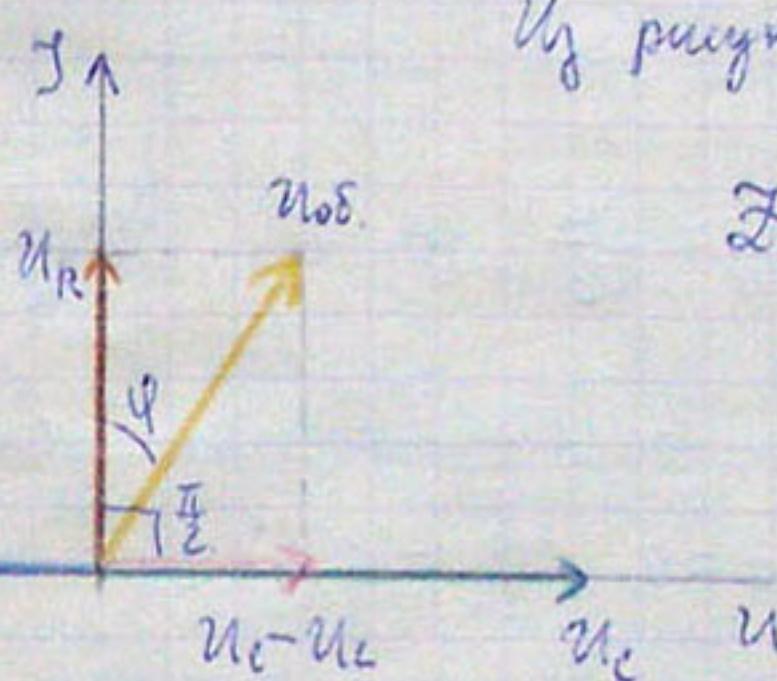
$$U_m = L \omega I_m \text{ откуда } \frac{U_m}{I_m} = X_L = \omega L. \quad (13.9)$$

6. Закон Ома для цепи переменного тока.



а) последовательное соединение.

$$I = \frac{U}{Z} \quad Z - \text{импеданс}$$



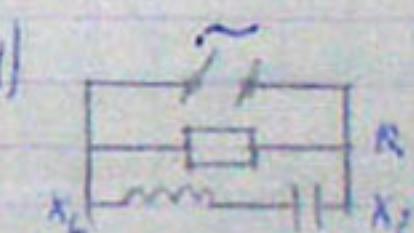
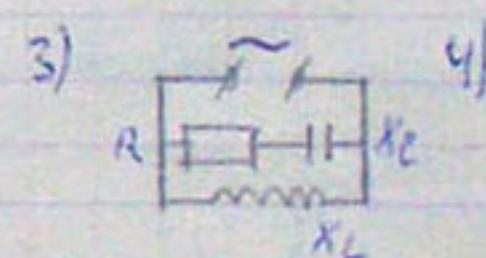
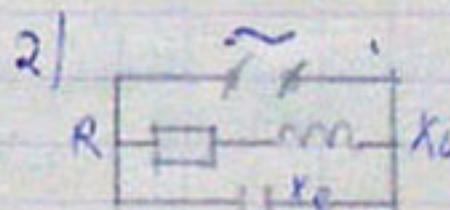
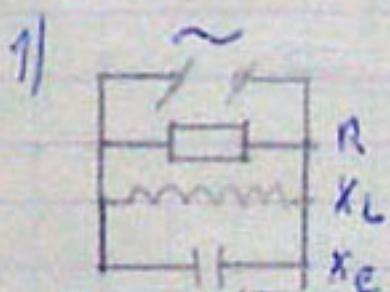
$$\text{из рисунка: } \frac{U_{\text{общ}}}{I} = \sqrt{U_R^2 + (U_C - U_L)^2} \Rightarrow$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} \quad (13.10)$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

б) параллельное соединение

Будем анализировать последовательную и через закон Ома для параллельного тока.



$$1) \frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2} \quad (13.11)$$

$$2) \frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{X_C^2} + \frac{1}{(R+X_L)^2}} \quad (13.12)$$

$$3) \frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{X_L^2} + \frac{1}{(R+X_C)^2}} \quad (13.13)$$

$$4) \frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{(X_L-X_C)^2}} \quad (13.14)$$

7. Мощность переменного тока Задача 8модул - лекция

a) $P = UI$.

$U = U_m \cos \omega t$, $I = I_m \cos(\omega t + \varphi)$ φ -фаза no page, производится из-за различного сдвигов фаз (ан. 6.)

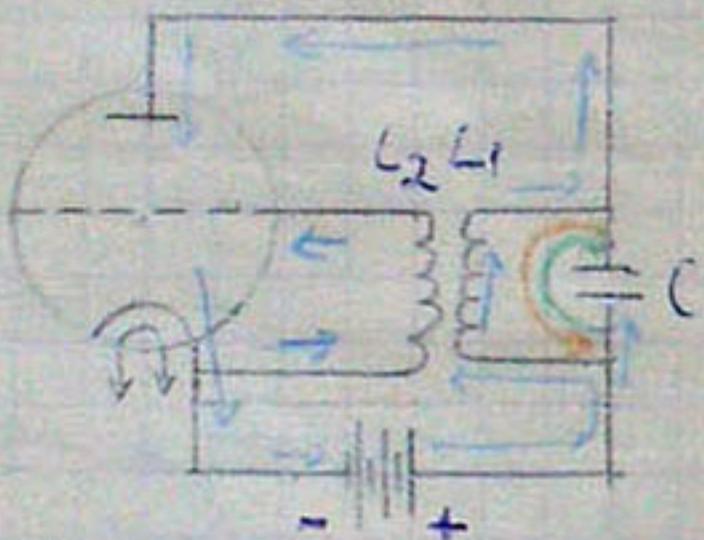
$$P = U_m I_m \cos \omega t \cdot \cos(\omega t + \varphi). \text{ no фазы}$$

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} (\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta)), \text{ получаем:}$$

$$P = \frac{U_m I_m}{2} \cos \varphi \quad (13.15) \quad \text{т.к. } \cos \varphi = \frac{R}{Z} \quad (\text{ан. 6.})$$

б) $Q = I_g^2 R t$. Т.к. $I_g = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$, то $Q = \frac{I_m^2 R t}{2} \quad (13.16)$

8. Ламповый генератор нестационарных колебаний



1) $t=0$. $\varphi_c = \varphi_K$ $I_A = \min > 0$.

такой аналогичный процесс и называем конденсатор.

2) $0 - \frac{T}{2}$ Конденсатор разряжается че-

рез катушку L_1 в L_2 возникает

магнитное поле, которое индуцирует в L_1 $\Rightarrow \varphi_c > \varphi_K$,

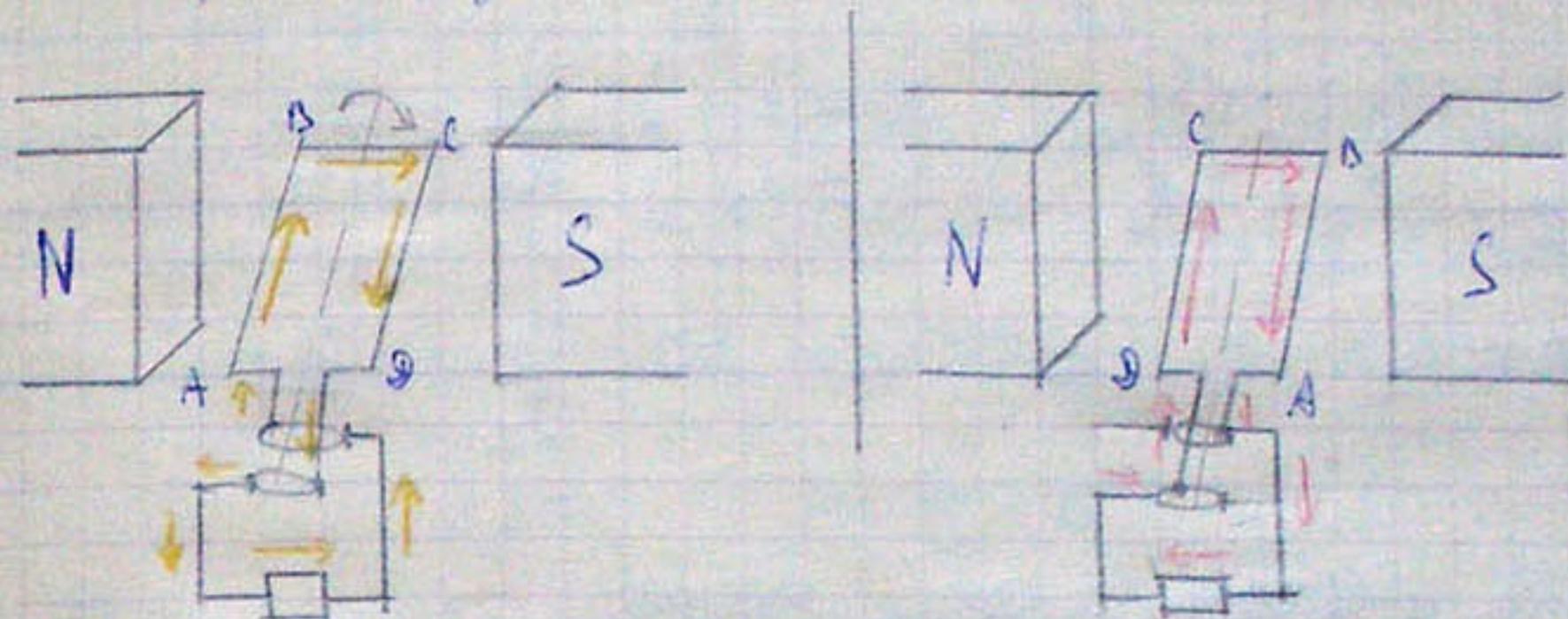
$I_A > 0$ (бомбой)

3) $\frac{T}{2} - T$ Конденсатор разряжается через L_1 в L_2 возни-

кает такой обратный, т.е. $\varphi_c < \varphi_K \Rightarrow I_A = 0$.

4) Т. Конденсатор перегревается. $\varphi_e = \varphi_k$, $I_A = \min > 0$ и нагреваем конденсатор.

5. Генератор переменного тока



Обмотка, в которой находится магнит. - якорь.

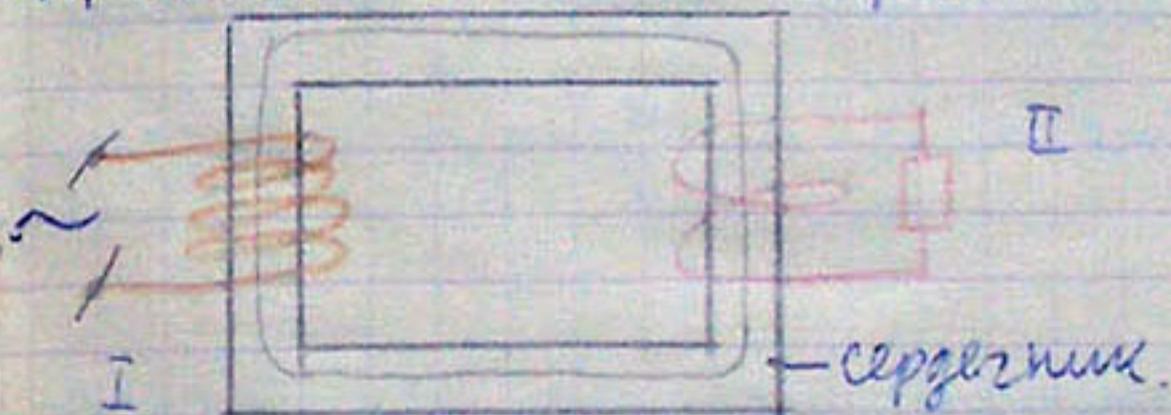
Магнитные полюсы - индуктор. Рабочий зев - ротор.

Несимметричное зево - статор.

6. Трансформатор.

Первичная

Вторичная



Б. I. в 1 витке - E_{\min} .

$$\text{в 1 витке} - n_1 E_{\min} = E_1,$$

Б. II. $E_2 = N_2 E_{\min}$.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = k$$

К - коэффициент трансформации.
K > 1 - подпитка.
K < 1 - подрыв.

и т.д.

$$U_1 = -E_1 + I_1 R_1 \xrightarrow{!0} \left\{ \begin{array}{l} U_1 \approx E_1 \\ U_2 \approx E_2 \end{array} \right\} \frac{U_1}{U_2} \approx \frac{n_1}{n_2}$$

$$U_2 = -E_2 + I_2 R_2 \xrightarrow{!0}$$

$$P_1 \approx P_2 \quad I_1 U_1 \approx I_2 U_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{I_1}{I_2} \approx \frac{U_2}{U_1}$$

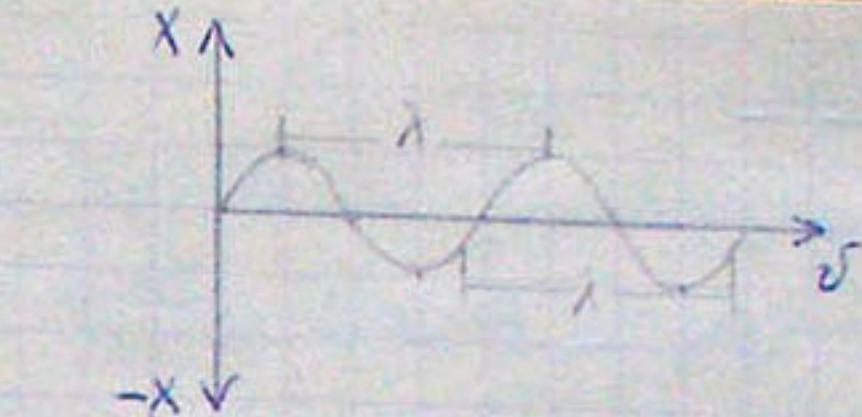
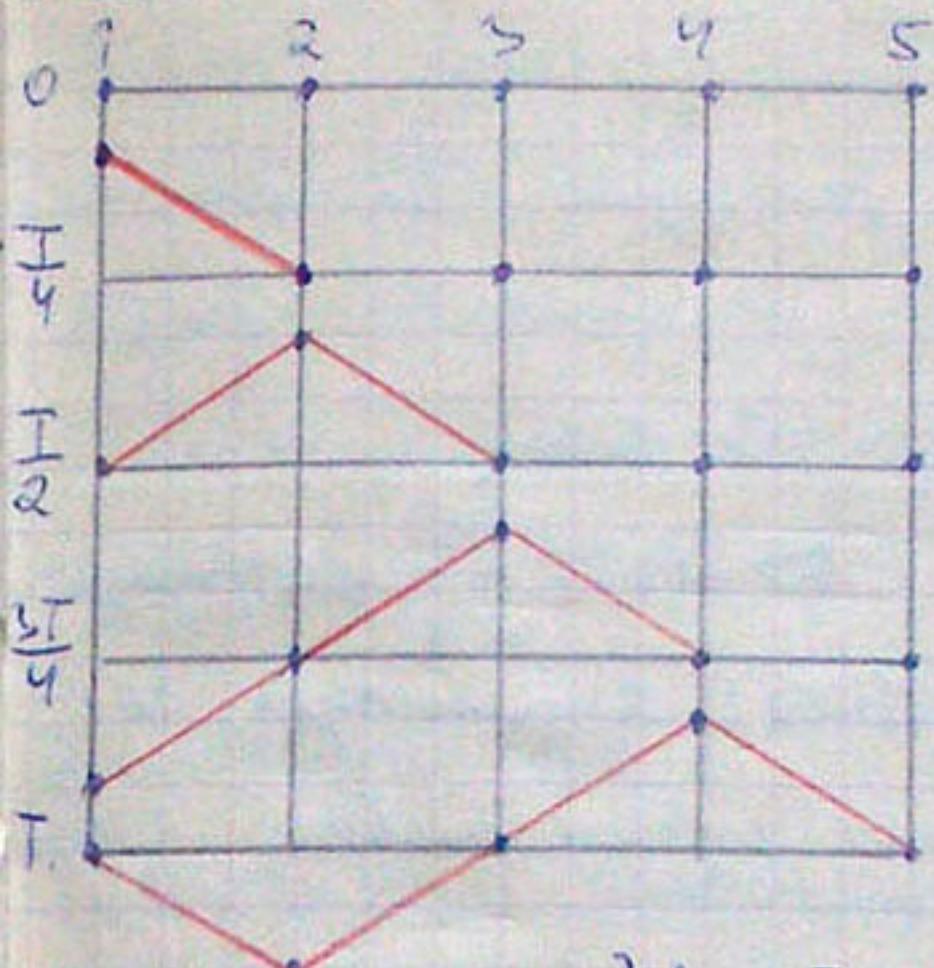
14. Механические волны

Процесс распространения энергии колебаний в пространстве - временнн изображение волны.

1. Поперечные волны

Стержневое распространение перпендикулярных колебаний деформации сдвига. Поперечные волны распространяются в твердом теле и на границе раздела сред.

Длина волны - расстояние, на которое совершила одна полная циклическая колебание.

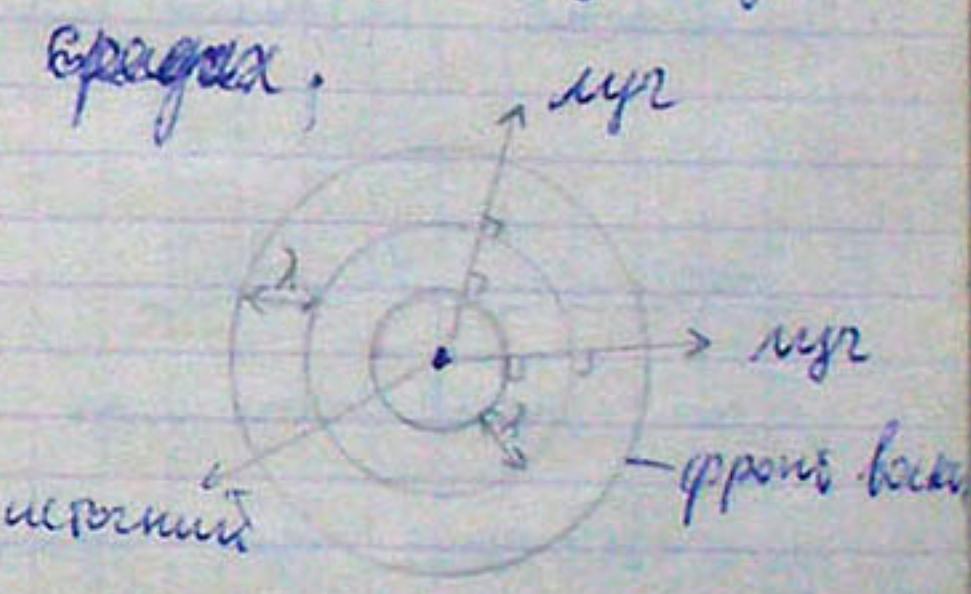
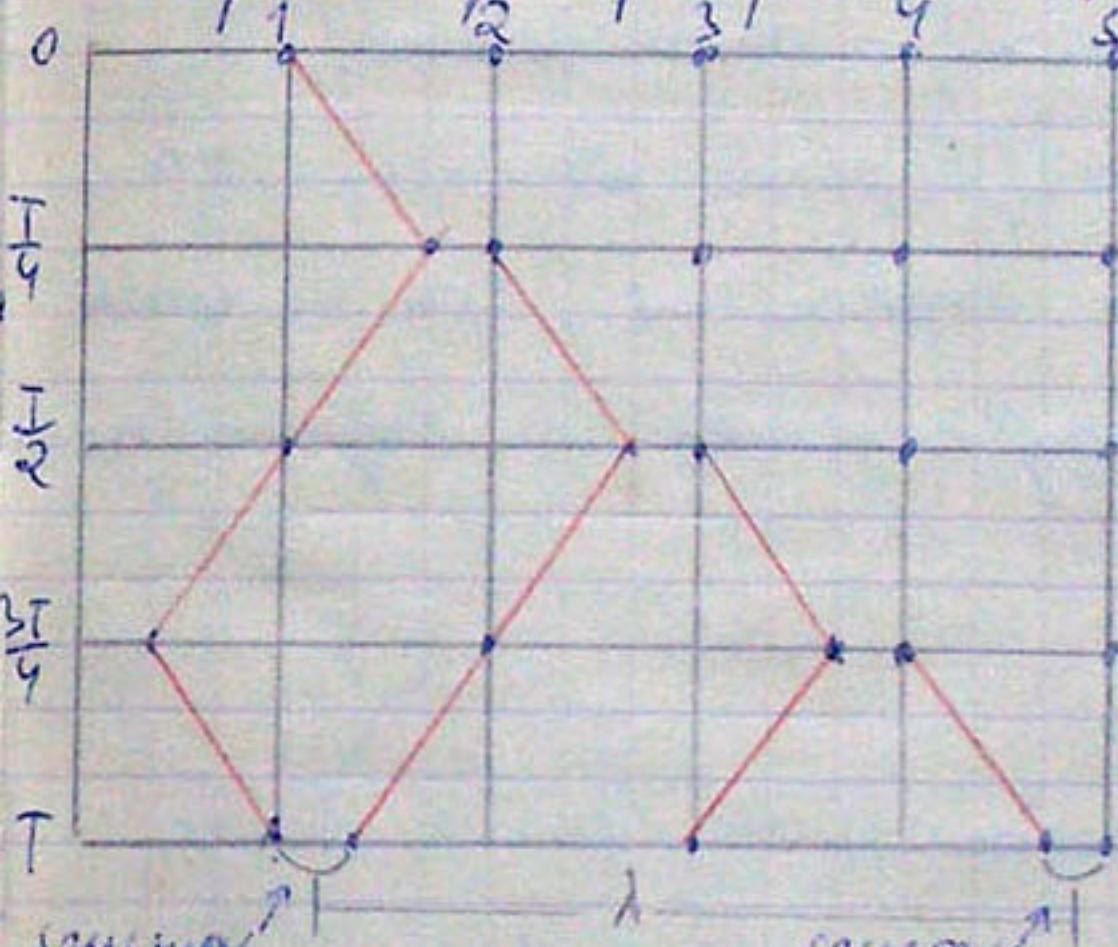


длина волны - расстояние между двумя соседними вершинами.

$$\lambda v = \nu \quad \lambda = \frac{\nu}{v} = \nu T \quad (14.1)$$

2. Плоские волны.

Скорость распространения параллельных колебаний



длина волны - расстояние между суперпозицией.

54

3. Звук

Механические колебания в упругих средах

$$16\frac{1}{2} < V < 20\ 000\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Числ.-последовательность знач.

$V < 16\frac{1}{2}$ - изогнувшись. $V > 20000\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - упругий

Характеристики - однотипные: амплитуда, частота, пример. соотношение фаз - фазы, частота, форма, период.

4. Дифракция

Изменение амплитуды и фазы волн.

Если $\theta \ll 1$. При $\theta > 1$ - отражение.

Ближнее отражение - реверберация залов - ЭХО.

Это называется мало отражение, при котором значение разницы между падающей и отраженной волной.

5. Эффект Доплера:

При приближении источника звука волны удаляются, при удалении удаляются

$\lambda = \lambda_0 \left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$ (14.2)

6. Сила - физика

$$F = \frac{A}{st} = \frac{\rho}{S} \quad [F] = \frac{N}{m^2}$$

Первичная единица $N^{-13} \frac{kg}{m^2}$. Базовое определение - $N \frac{kg}{m^2}$

Заряд Ребера - Генриха.

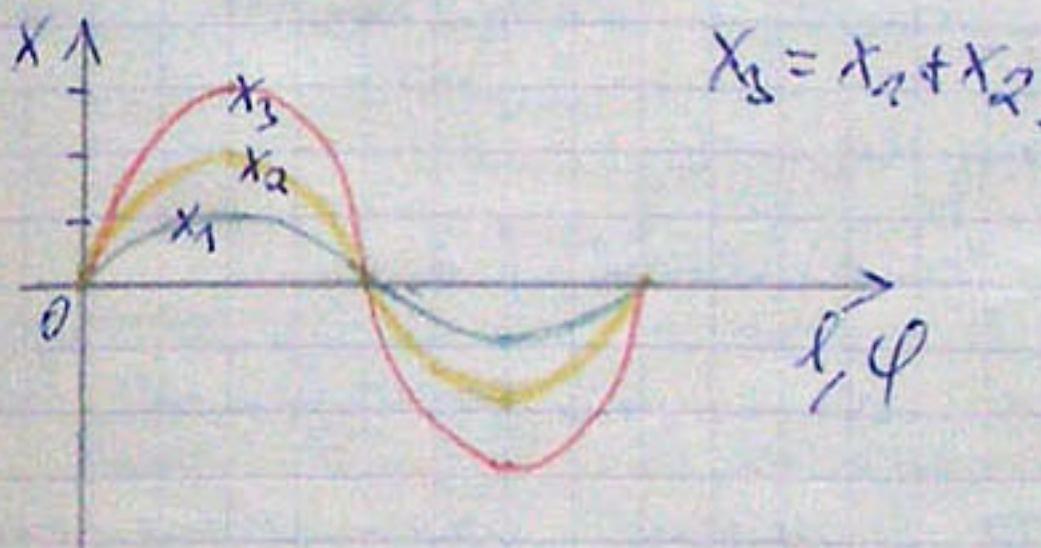
$$E = k \frac{\lg J}{\lg J_0} \quad \text{при } \frac{J}{J_0} = N^2 \frac{1}{c} \quad n=1.$$

$$E = 1, 2, 3, \dots, 13. \text{ баз}$$

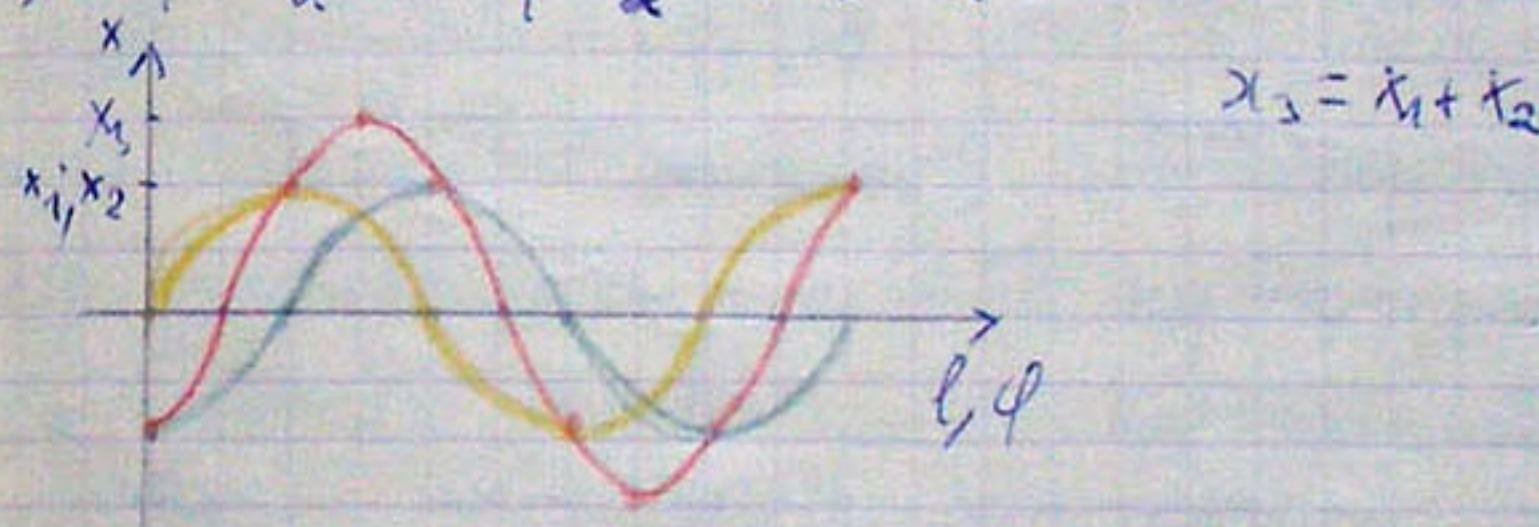
Изменчивость.

7. Сложение - колебаний.

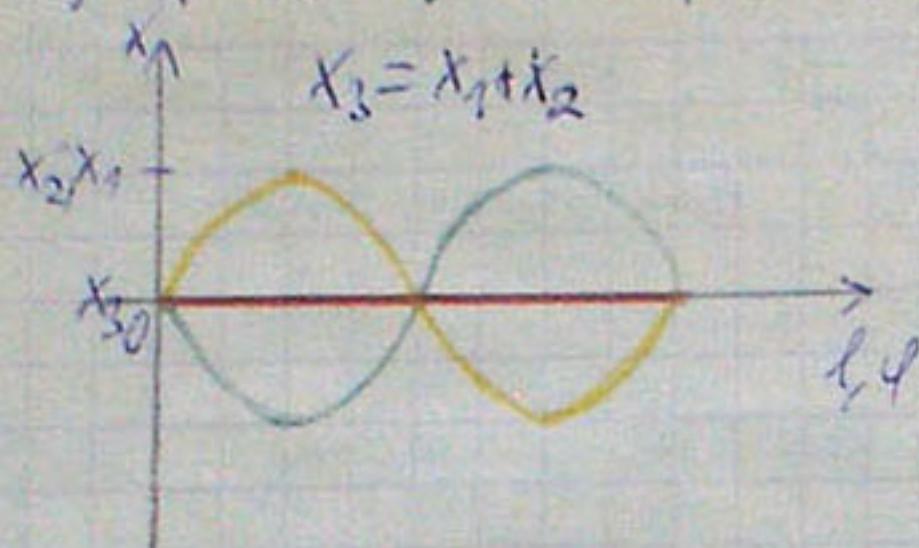
a) $x_1 \neq x_2 \quad \Delta\varphi = 0 \quad V_1 = V_2$



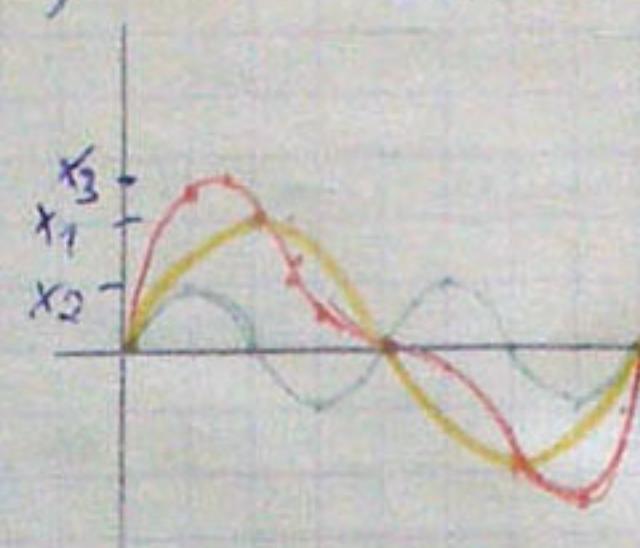
b) $x_1 = x_2 \quad \Delta\varphi = \frac{\pi}{2} \quad V_1 = V_2$



56) 6) $x_1 = x_2$, $v_1 = v_2$, $\Delta\varphi = \pi$.



2) $x_1 \neq x_2$, $v_1 \neq v_2$, $x_3 = x_1 + x_2$

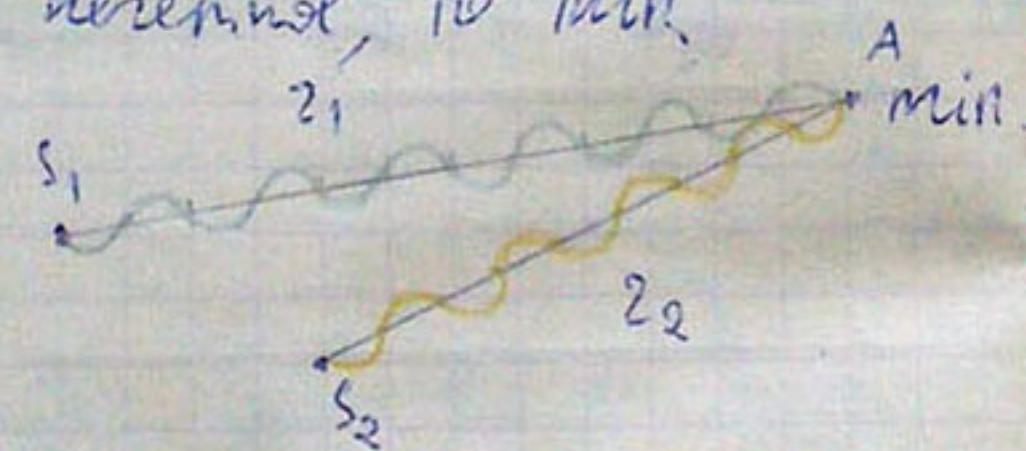
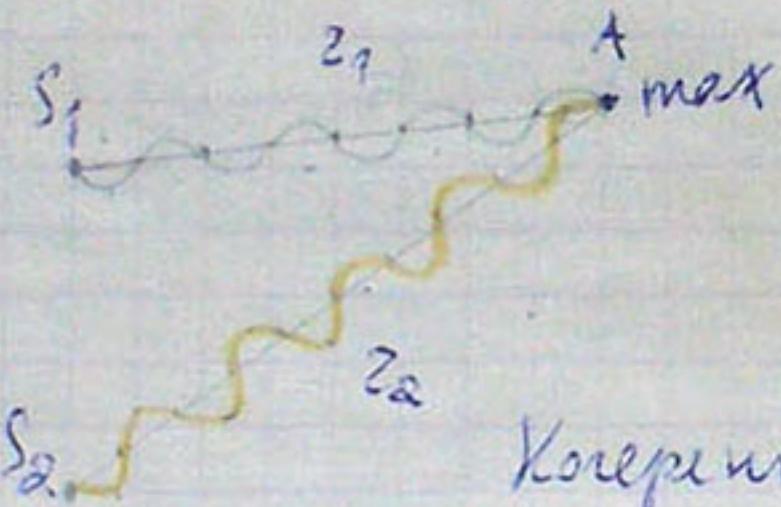


7. Интерференция.

Совпадение волн при непрерывном движении, образующих устойчивую картину чередования максимумов и минимумов

$0 - \frac{\pi}{2}$ усиление, $\frac{\pi}{2} - \pi$ - ослабление (б. а.)

Если в результате скога волн усиление неизменено, то такое ослабление недостижимо макс., а если непрерывн., то мин.



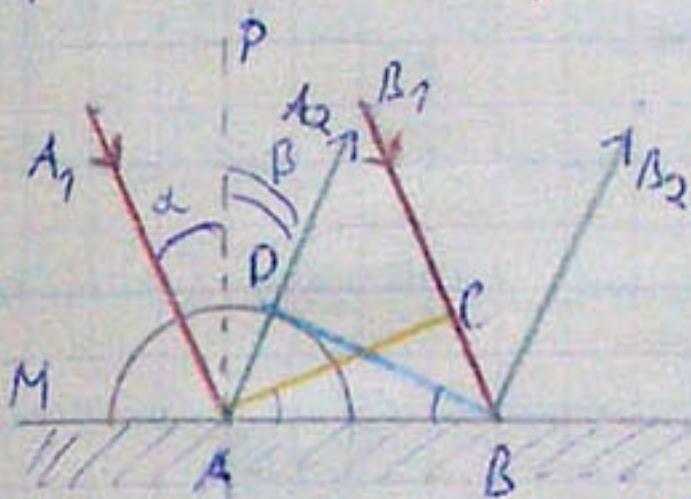
Когерентные колебания имеют одинаковую частоту $v_1 = v_2$, фазовую разницу $\Delta\varphi = \text{const}$ и $x_1 = x_2$

Когерентные волны которых создаются между собой. Их между собой -
заряды и когерентность разделяются одновременно

8 Оптическая Принцип Гюйгенса.

"Пособие по физике"
(C) Э.Гаузер, Баку, 2011
<http://erichware.co.cc>

Каждая точка среды, где которой движется возбуждение, сама становится источником возбуждения (вторичной волны).



Площадь была разделена на поверхности MN. A, A и B, B - это ее углы.
(перпендикуль) (AC) - вторичная поверхность
N. Ld - это нажатие. Уголом AC
достижет MN неоднократно. \Rightarrow воз-
буждение передаваемой волны + параметр времени, раздел B.

на время $T = \frac{|CB|}{v}$. В момент, когда волна достигает точки B, вторичная волна в A будет передаваться со скоростью v радиусом $|AD| = T v = |CD|$. (δB) - касательной к $[AB]$: Она передавалась со скоростью поверхности отражения волны $\angle \beta$ -year определение, $[AP]$ - перпендикуляр к MN.

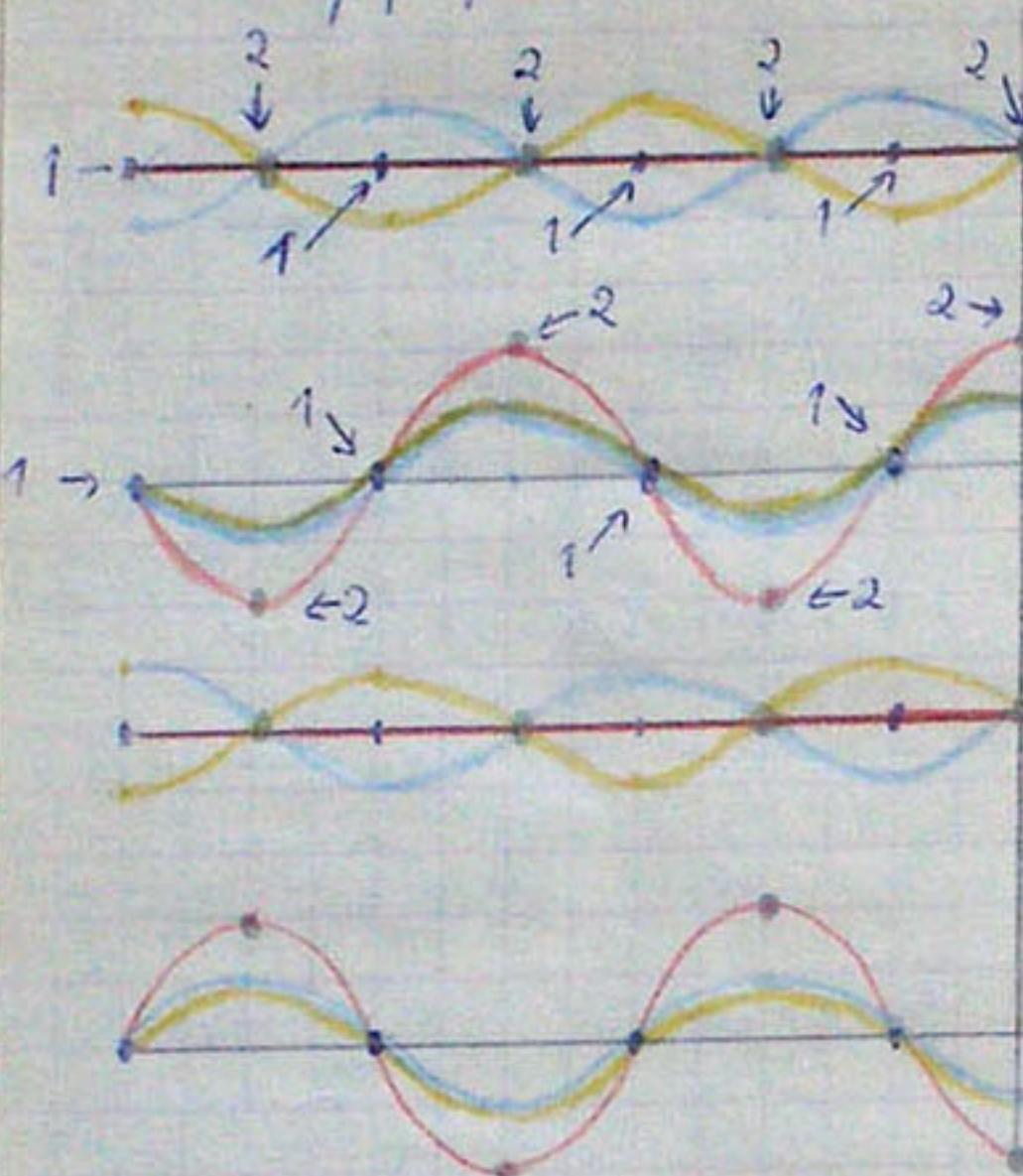
T.K. $|AD| = |CB|$ и ΔABD и ΔACD - призмы, то $\widehat{\delta BA} = \widehat{CAD}$.
но $d = \widehat{CAD}$, $\rho = \widehat{\delta BA}$, как они с перпендикуляром от-
стояния. $\Rightarrow \alpha = \beta \Rightarrow$ это нажатие одинаково для определения.

58

нагружений, лиг отраженных и поглощенных, восстановленных в форме падения и грави-
рующие друга друга при ленции в другой плоскости.

9. Синтез волны

Интерференция падающих и отраженных волн

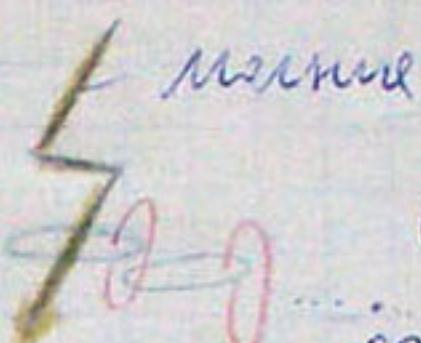
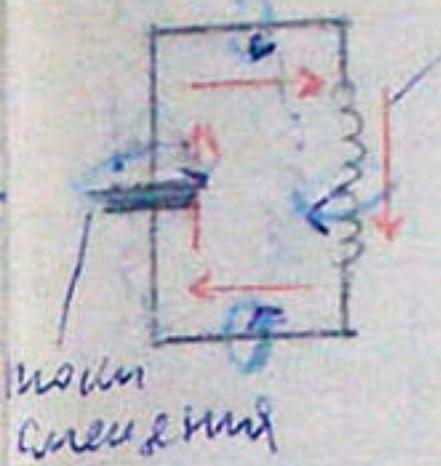


Причина 2 - кругости. 1-ды-
ло. Поток 2 колеблется
на месте. Поток 1 колеблется
и наблюдает пересечение
колеблющихся и находящихся
установок. Таким образом
одинаковые волны - однико-
бенное колебание

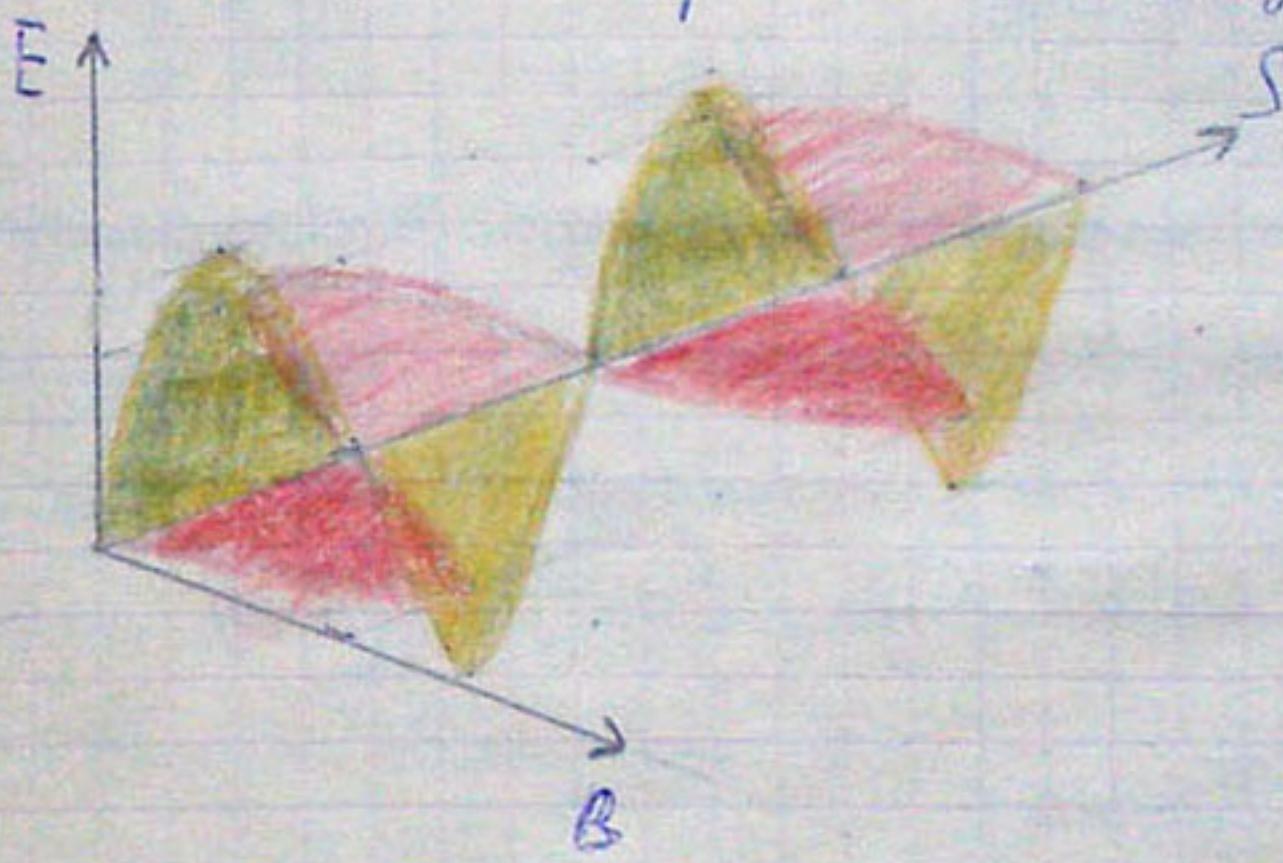
15. Электромагнитные волны

1. Переменное электрическое поле порождает пере-
менное магнитное и наоборот

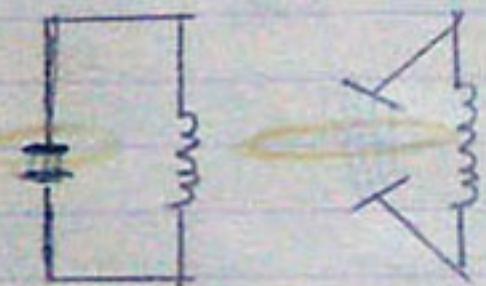
Рядом с максимумами:



Если заряд постоянный (аккумулятор), то некоторые меры времени, мы увидим изменения в электрическом поле, а если открыть, то и магнитное. Электрическое поле становится плавким, неизменным, электромагнитное усиливается.



2. Вибратор_Перка



$$\left. \begin{aligned} W_{\text{энергия}} &\sim X_m^2 \\ X_m &\sim w^2 \end{aligned} \right\} W \sim w^4.$$

Чем выше частота, тем больше энергии, т.е. большее напряжение на конденсаторе.

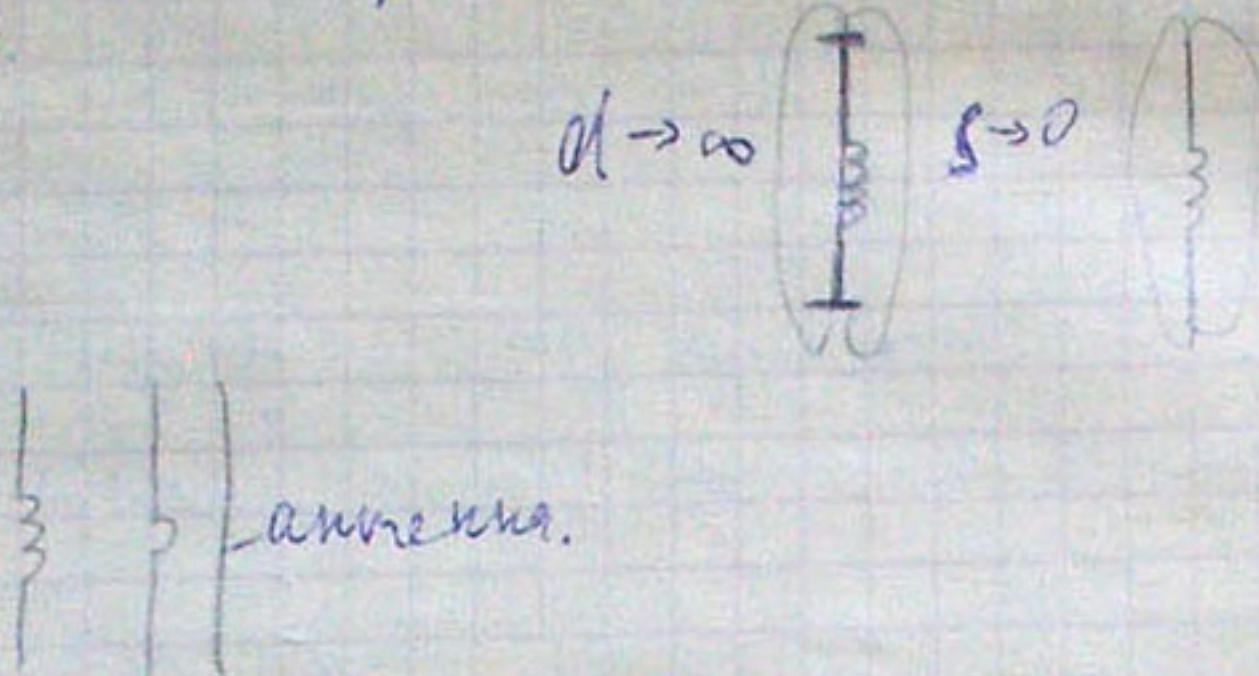
$$W = 2\pi V \quad V = \frac{1}{f} \quad T = 2\pi \sqrt{LC} \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$W \rightarrow \infty$, при $L \rightarrow 0$ и $C \rightarrow 0$

$$C = \frac{ES}{4\pi kd} \quad (\rightarrow 0 \text{ при } S \rightarrow 0 \text{ и } d \rightarrow \infty)$$

$$L \sim n^2$$

$$n \rightarrow 0.$$

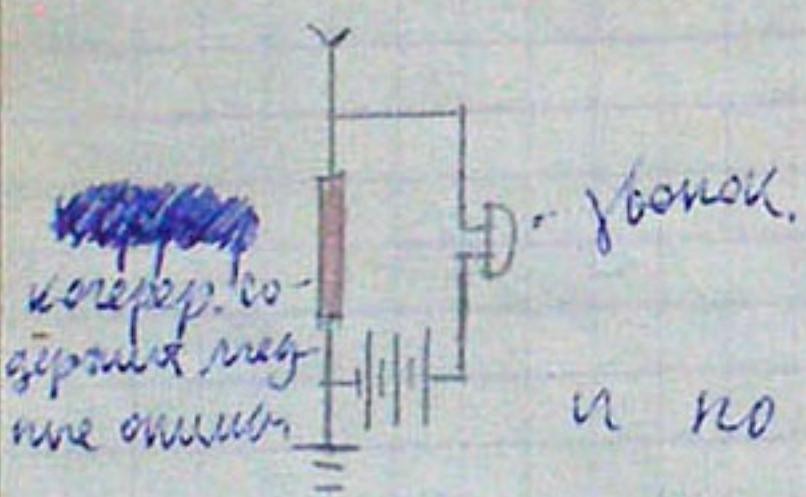


Открытый конденсатор - недостаток в дополнении - это все излучение.

Если есть заграждение, то будет $\frac{1}{2}$ излучения

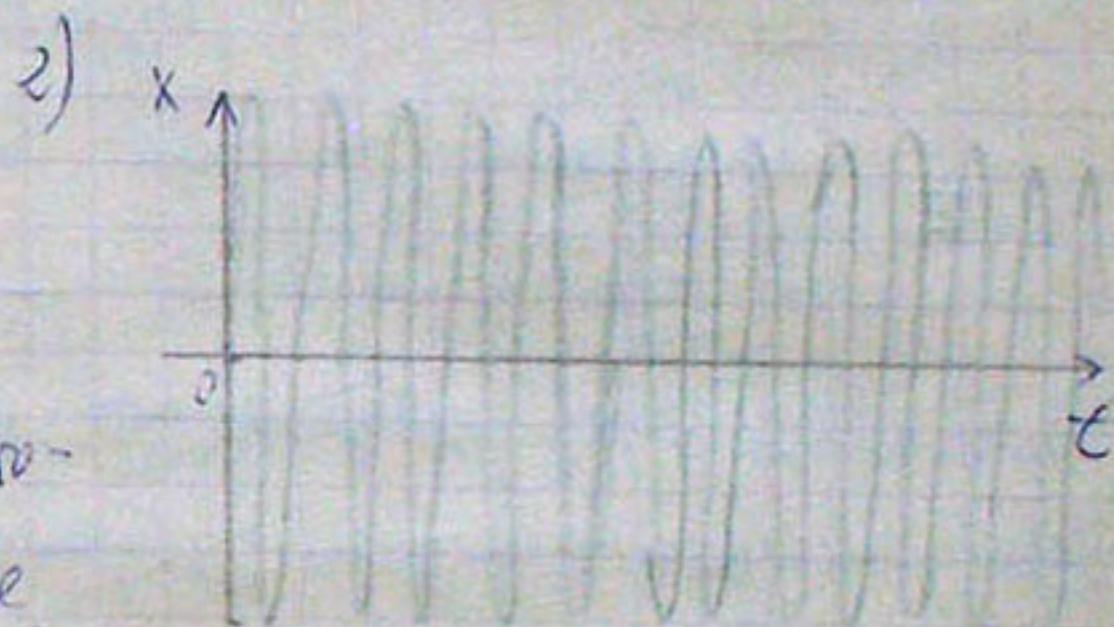
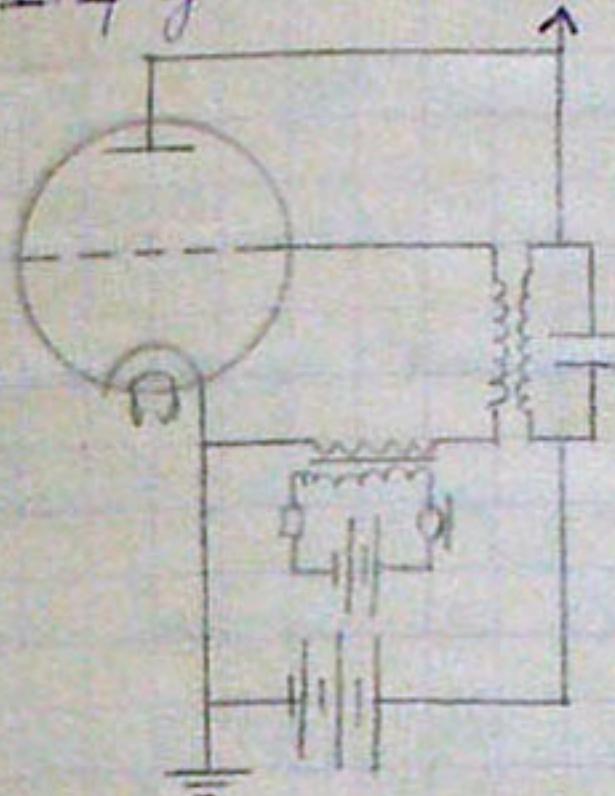
$$L_{an} = n \frac{1}{2} \quad \lambda = VT = \frac{V}{f} \quad C = \frac{n\epsilon_0}{2V} \quad (15.1)$$

3. Принцип Томбо



В кратце, когда до антеннам приходит возбуждение (точка или разрыв), происходит синхронное излучение и по этим излучениям определяют мест. Звуковой язывчик. Металлический язывчик вспыхивает вспышкой.

4. Передатчик Понеба (с мицропечью)



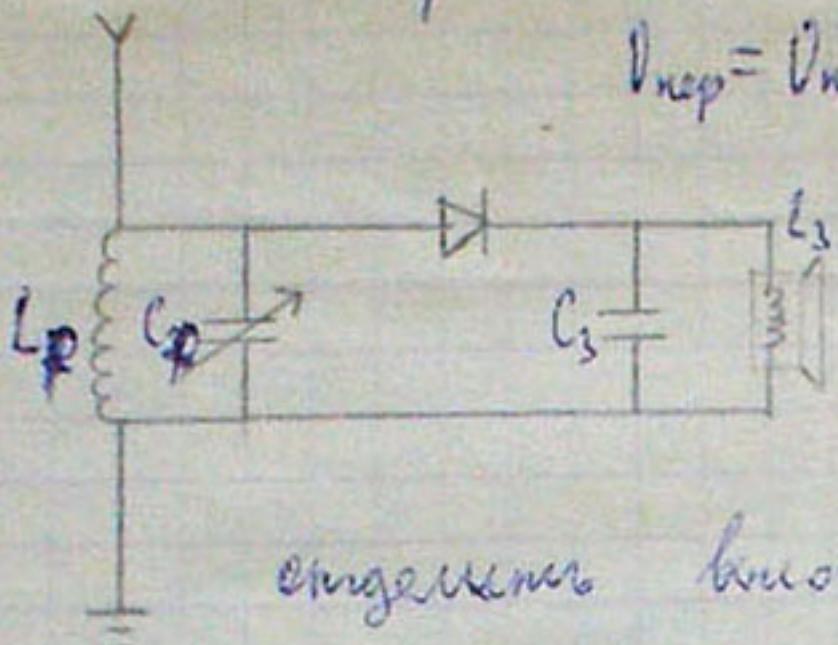
1) В эм мицропечь захо-
дит пульс, гаусс волна не
излуч, но несут информаций

2) В эм колеб. коннекта за-
мочник блоков, блок не излуча-
ет, но информаций не несет.

3) В передатчике происходит
амплитудная модуляция. Являются блоками
запоминания и несут информаций.

Амплитуда блоков частоты со временем будет ам-
плитуде частоты в эм мицропечь

5. Демпинговый приемник



$V_{nep} = V_{np}$ Ит. формула 13.5 $L_{nep} = L_{np}$

результатом для данного заскорузлого случая является отрицательная область градиента. Чтобы избежать броских изменения, стабилизировать C_3 и L_3 (малюон). Но формулы (13.8) и (13.9) через конденсаторы идущие броские изменения, через малюон никак (затруднение)

V Оптика

16. Термопаровая оптика

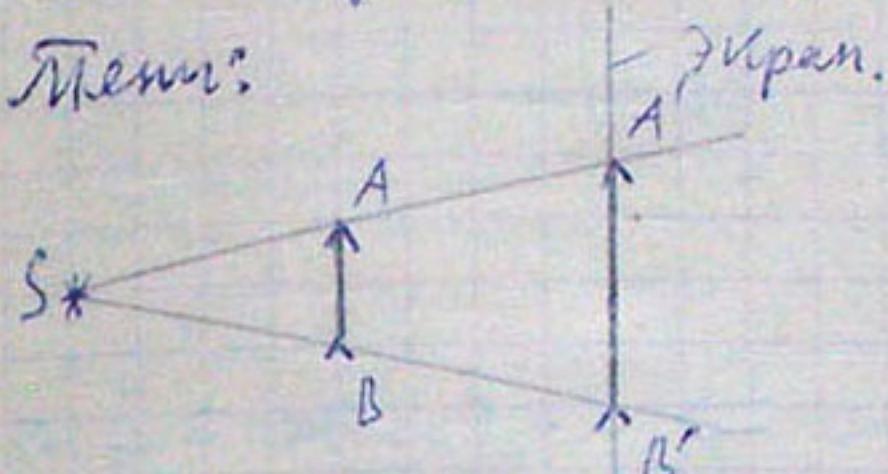
1. Радиостранжение

Линия, направление распространения световой энергии — лузы нуры света не видим. Свет распространяется кривоизогнуто.

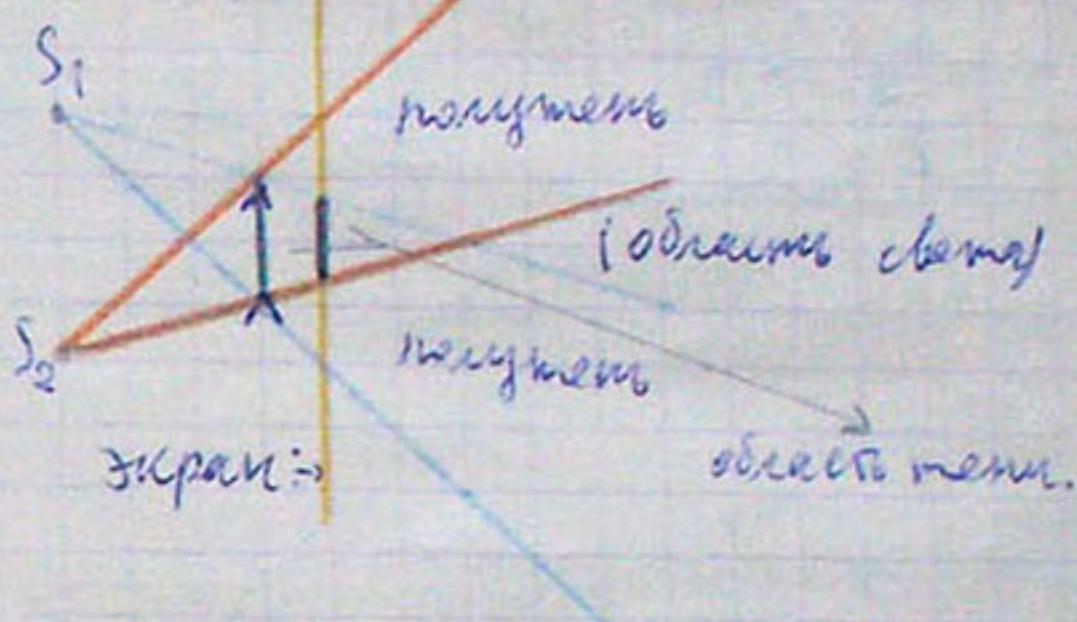
Причины изогнутости света, различия которых можно пренебречь по сравнению с рассто-

жидкого и энергия излучения одинаково по нему направлена. (Самая удаленная модель — звезда)

Причина:



$$\frac{A'B'}{|AB|} = \frac{|SA|}{|SA'|}$$



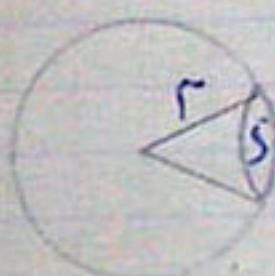
аналогично прошло
для замечательного
(модели и реальности)

2. Рентгенометрия

a) Световой поток: $\Phi = \frac{L}{t}$ (16.1) L — световой поток

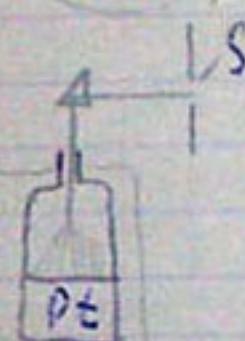
b) Анальгем: $I = \frac{\Phi}{W_0}$ (16.2)

$$W_0 = \frac{S}{r^2} \quad [W] - интенсивность$$



Размерности: $[\Phi] = 1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ с} = 1 \text{ кн}$.

$$[I] = \frac{\text{кн}}{\text{кв метр}} = \text{кн}$$



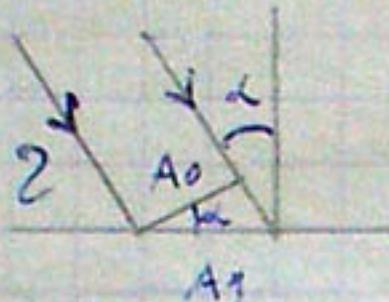
Калибровка — это съемка (эталона), излучающего свет в определенном направлении при t замеряемое Pt и норм. давлении (напряжение $\frac{1}{60\pi} \cdot 10^{-12}$)

64

б) Оквивалентное

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad [E] = \frac{1 \text{ Вн}}{\text{м}^2} = 1 \text{ вольт} = 1 \text{ вк.}$$

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{Jw}{S} = \frac{Jw\pi r^2}{4\pi r^2} = \frac{J}{r^2} \quad (16.3)$$



$$\frac{E_1}{E_0} = \frac{S_0}{S_1} = \cos\alpha \Rightarrow E = E_0 \cos\alpha = \frac{J}{r^2} \cos\alpha \quad (16.3)$$

"Пособие по физике"
 (C) Э.Г.Гаузер, Баку, 2011
<http://erichware.co.cc>

Константы

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

$$c = 2,997924562 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{s}}$$

$$c^2 = 8,98755579442891844 \cdot 10^{16} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$e = 1,602189 \cdot 10^{-19} \text{ кулоны}$$

$$F = 9,64846 \cdot 10^4 \frac{\text{кулон}}{\text{эквив}}$$

$$h = 6,62618 \cdot 10^{-34} \frac{\text{Дж} \cdot \text{с}}{}$$

$$N_A = 6,022045 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$R = 8,3138461 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$K = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\text{а.е.и.} = \frac{1}{6} \cdot 10^{-26} \text{ кг} = 1,(6) \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00866 \text{ а.е.и.}$$

$$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00728 \text{ а.е.и.}$$

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг} = 5,4876 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.и.}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$$

$$e = 2,718281828459045\dots$$

$$\pi = 3,141592653589793238462643383279502884\dots$$

$$M_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Г}}{\text{м}}$$

$$t \approx 3,1556925947 \cdot 10^4 \text{ с}$$

гравитационная постоянная

скорость света в вакууме

скорость света в квадрате

заряд электрона.

число Фарадея

постоянная Планка

число Авогадро

газовая постоянная

постоянная Больцмана

атомная единица массы

масса нейтрона

масса протона

масса электрона.

электрическая постоянная.

основание натур. логар.

максимальная постоянная,

единой год.

$$S = 9,45952834807689205814 \cdot 10^{15} \text{ м. световой зонд.}$$

$$r_0 = 5,2892754 \cdot 10^{-11} \text{ м}$$

первый боровский радиус