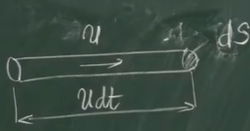
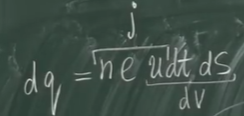
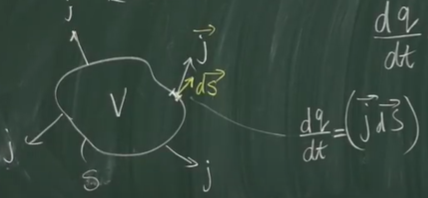
**Теория**.

Плотность тока — это заряд, переносимый через ед. поверхности за ед. времени:

где  *–* концентрация носителей тока, т.е. количество заряда в ед. объема, – упорядоченная (средняя, дрейфовая) скорость носителей тока.

Закон сохранения заряда (уравнение непрерывности):

где – плотность заряда (заряд в ед. объема).

Для стационарных токов :

Закон Ома:

– удельная электрическая проводимость (коэффициент электропроводности)

– удельное сопротивление материала.

Элементарный вывод закона Ома в дифференциальной форме из интегрального:

Закон Джоуля-Ленца

**Задача**. Показать, что при соблюдении закона Ома, потенциал электрического поля постоянного электрического тока в однородном проводнике удовлетворяет уравнению Лапласа. Сформулировать граничные условия для границы раздела двух проводников и проводника с непроводящей средой.

**Решение**.

Для стационарных токов:

По закону Ома

В этом случае, с учетом однородности

Т.е. имеет место уравнение Лапласа:

Объемная плотность заряда внутри проводника равна нулю. Действительно

Но, по теореме Гаусса , так что . Итак, ток течет по поверхности проводника, но это совершенно не значит, что поля внутри проводника с током нет, как в электростатике. Поле внутри проводника существует, и оно не обязательно нормально к поверхности.

Рассмотрим границу раздела «проводник-проводник». Из соотношения или таким же образом, как это проделывалось в электростатике, можно получить, что

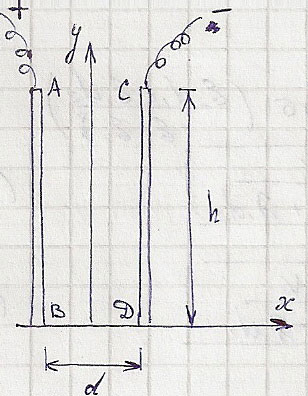
Это равенство можно переписать так:

или так

Для касательной компоненты :

Для границы раздела проводника с непроводящей средой получим

Полученные формулы позволяют решать задачи подобно тому, как это делалось в электростатике.

**Задача**. Параллельные длинные однородные пластины и сделаны из материала, плохо проводящего электричество (например, из дерева). Боковые их края и накоротко соединены хорошим проводником (например, металлом), а между краями и поддерживается постоянное напряжение . Найти напряженность поля и форму силовых линий между пластинами, пренебрегая краевыми эффектами.

**Решение**. Оси координат размещаем так, как на рисунке. Первым делом, замечаем, что поле внутри пластины является потенциальным. Напряжение поддерживается постоянным, поэтому ток стационарный и для него верно уравнение Лапласа:

Решение задачи ищем в виде

В нашей системе координат, в силу симметрии

Кроме того, предположим, что

Тогда решение представляется в виде

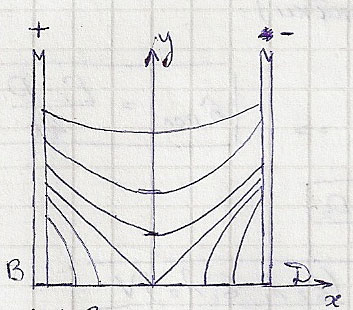
По условию,

поэтому, ввиду симметрии

Очевидно, что

Рассмотрим пластину . На ней и напряженность . Потенциал между точками и найдется по формуле или

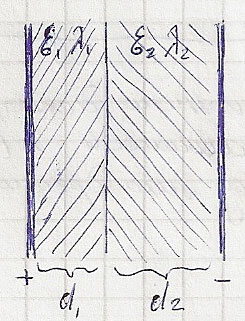
Окончательно

Уравнение силовых линий:

Пусть и . Тогда . Пусть – расстояние от вершины гиперболы до начала координат. Тогда

семейство гипербол с осью . Аналогично для получаем, положив , семейство гипербол с осью (рис.).

**Задача**. В пространстве между обкладками конденсатора вставлены две плоскопараллельные проводящие пластины, плотно прилегающие друг к другу и обкладкам конденсатора. Пластинки имеют толщины и , их проводимости и диэлектрические проницаемости и соответственно. На обкладки конденсатора, изготовленного из материала, проводимость которого много больше, чем подается разность потенциалов . Определить в пластинках, а также плотности свободных и связанных зарядов на всех трех границах раздела.

**Решение**. Формально, эта задача не отличается от соответствующей электростатической задачи. Действительно, без тока имеем

с током

Иными словами, достаточно произвести замену на . Вспомним решение электростатической задачи (**3.1.5**):

Следовательно, теперь

Поверхностную плотность зарядов ищем исходя из электростатической теоремы Гаусса. Для этого выделим три достаточно сплющенных контура и применим к ним соответствующие формулы:

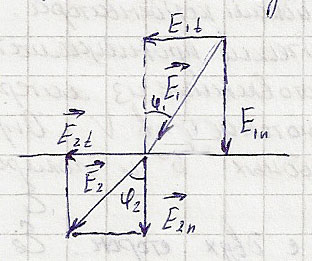
Отметим, что ток никак не влияет на эти формулы, поскольку весь втекающий в контур заряд уходит из него.

Поверхность 1.

Поверхность 3:

Поверхность 2:

**Задача**. Найти закон преломления линий тока на гладкой поверхности раздела двух сред с проводимостями .

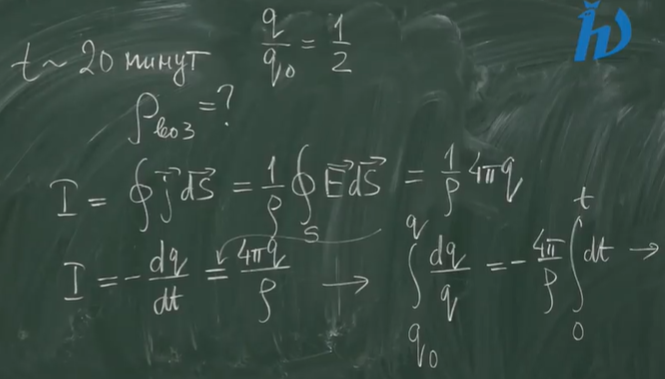
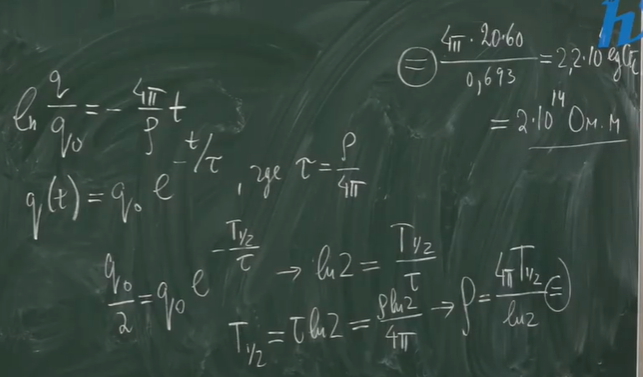
**Решение**. Граничные условия мы рассматривали ранее. Запишем их:

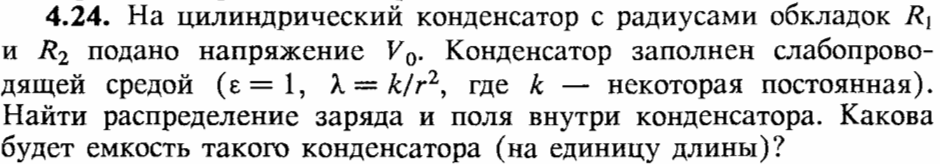
Из рисунка видно, что

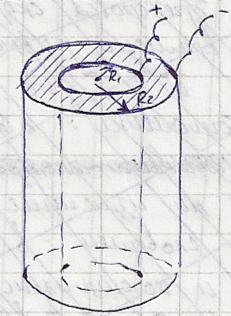
Замечание: это угол, а не потенциал.

**Задача**. За время угол отклонения лепестка электроскопа стал таким как при уменьшении заряда шара электроскопа в 2 раза. Считая, что разрядка шара происходит по воздуху, оценить удельное сопротивление воздуха.

**Решение**.



**Решение.**

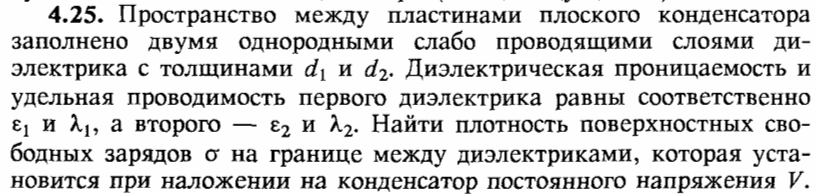
В цилиндрических координатах, с учетом радиальной симметрии

С другой стороны

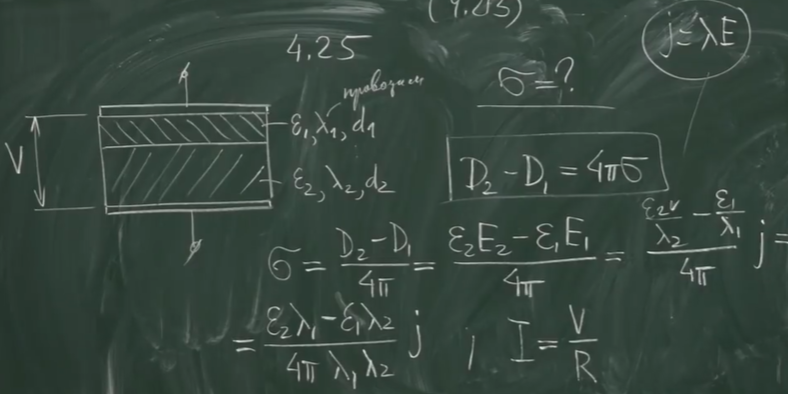
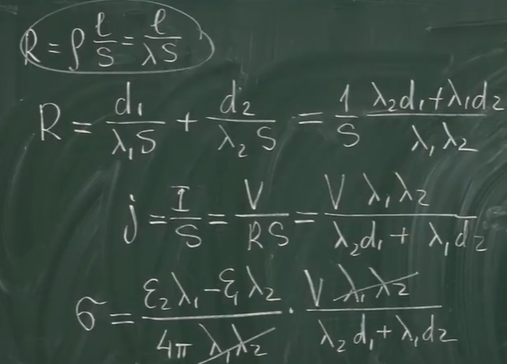
По т. Гаусса поле внутри конденсатора:

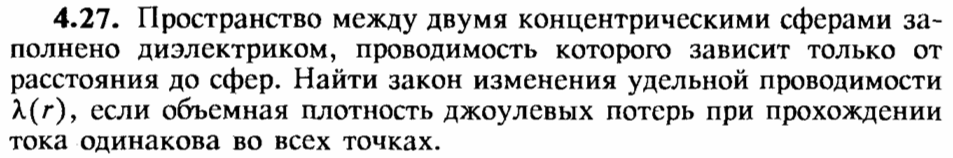
Для вычисления емкости нужно найти заряд обкладки конденсатора. Для этого окружим внутренний цилиндр такой же цилиндрической поверхностью, не залезая в проводящую среду. Тогда по т. Гаусса

На единицу длины и

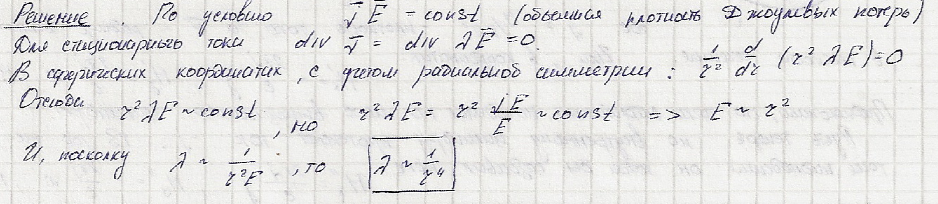
******

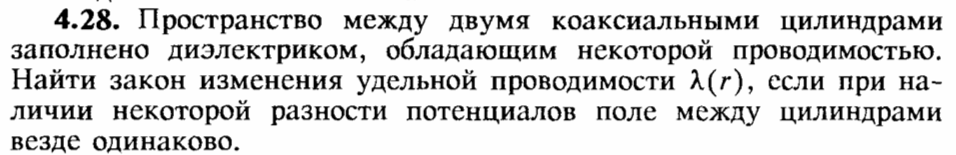
**Решение.**

** **

****

**Решение**.

****

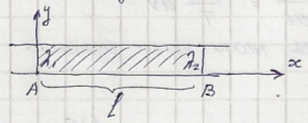
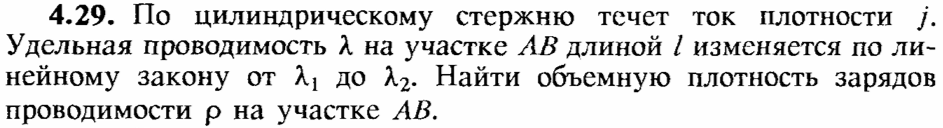
****

**Решение**.

В цилиндрических координатах

Поле имеет радиальную симметрию, так что .

По условию, , так что

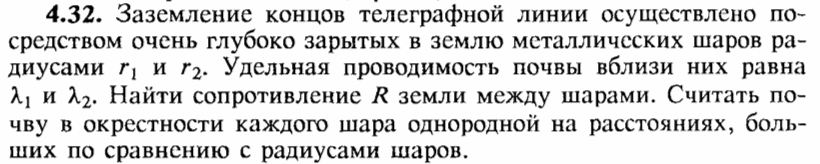
******

**Решение**.

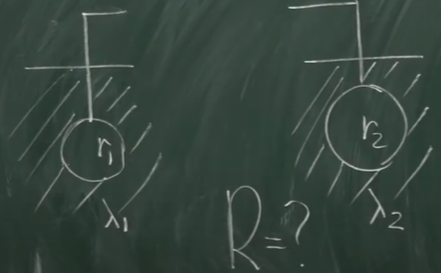
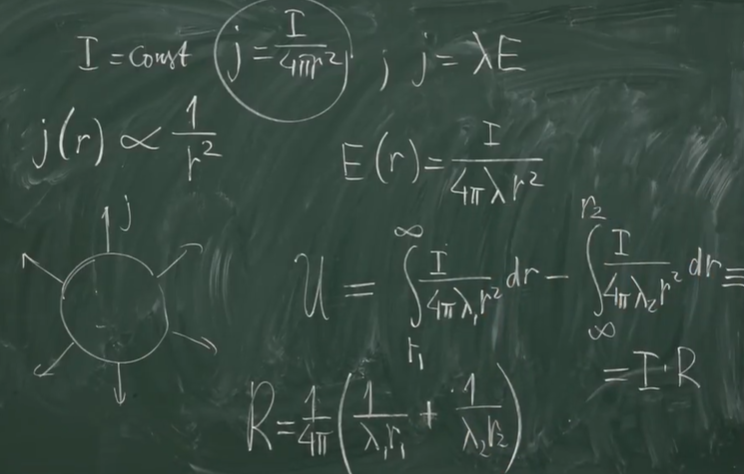
Закон Ома: (в проекции на ось ). Поскольку объемная плотность от времени не зависит, то по-прежнему ток стационарный

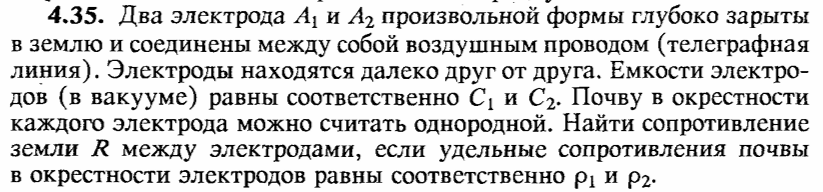
Локальная теорема Гаусса для стационарных токов остается в силе.

Получаем уравнение

**

**Решение**.



**Решение**.