

Юные таланты (11 класс)

Задание 1 (6 баллов)

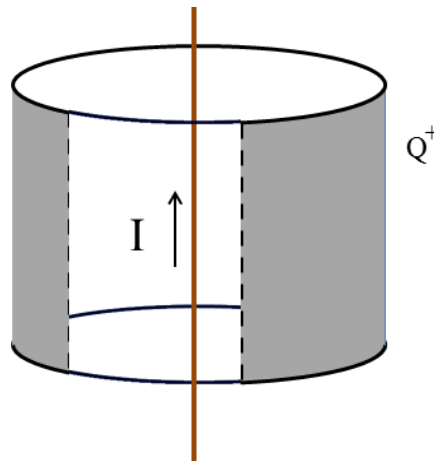


Рис. 1.1. Положительно заряженная цилиндрическая поверхность и провод с током

Вдоль оси полого цилиндра протянут тонкий медный провод. Вся система находится в вакууме, а боковая поверхность цилиндра положительно заряжена (рис.1.1). Основания цилиндра выполнены из стекла, в связи с чем провод электрически изолирован от боковой поверхности цилиндра. В тот момент, когда по проводу начинает течь ток I , заряд поверхности Q начинает уменьшаться. Отмечено, что максимальная скорость уменьшения заряда поверхности растёт при увеличении начального значения Q . Объясните явление уменьшения заряда боковой поверхности цилиндра и зависимость максимальной скорости этого процесса от начального значения заряда.

Задание 2 (8 баллов)

Для осуществления аналогового управления некоторым аппаратом необходимо создать электрическое устройство, моделирующее движение динамической системы, пространственная конфигурация которой приведён на рисунке 2.1. Предложите принципиальную схему такого устройства, используя простейшие радиокомпоненты (резистор, конденсатор, катушка индуктивности, источник питания и т.д.). Укажите, какие измеряемые характеристики (ток, напряжение) и на каких элементах предложенной схемы позволяют определить состояние системы указанного вида. Докажите, что предложенная схема корректно отражает состояние системы. На рисунке изображено положение равновесия: моделируется возмущённое движение.

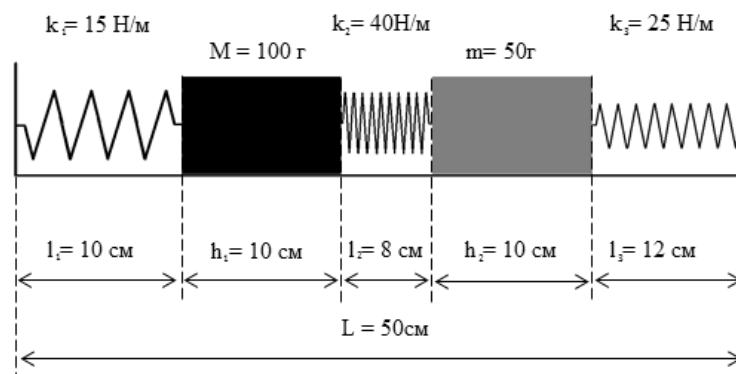


Рис. 2.1 .Рассматриваемая динамическая система в положении равновесия

Задание 3(8 баллов)

Газ находится между двумя одинаковыми перегородками площадью $S = 0,025 \text{ м}^2$, способными двигаться по трубе с трением. К левой перегородке прикладывают силу $F = 1100 \text{ Н}$, в результате чего сначала левая, а затем и правая перегородки приходят в движение. Определите установившееся расстояние между перегородками, если в начальный момент оно составляет $x_0 = 1 \text{ м}$, а давление газа равно атмосферному (принять равным 100 кПа). Температуру газа считать постоянной. Трение, действующее на перегородки, считать одинаковым.

Задание 4 (12 баллов)

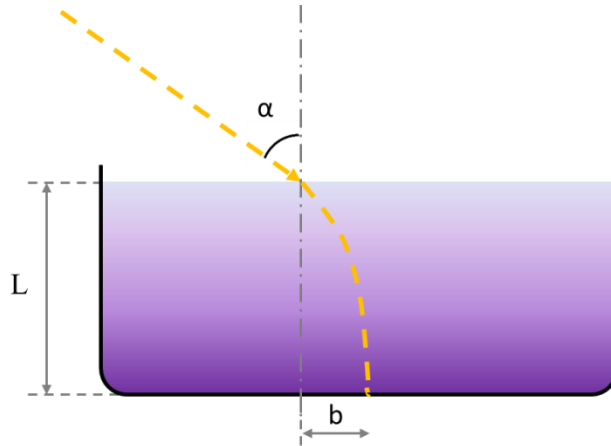


Рис. 4.1. Кювета с раствором и примерный ход луча в ней

Дан резервуар с водным раствором некоторого вещества (рис.4.1), распределение которого в объёме неоднородно: концентрация зависит только от глубины погружения (см. график на рис. 4.2). Исследуйте эффект преломления луча света в этом растворе (примерный ход луча представлен на рис. 4.1). Зависимость показателя преломления n от концентрации вещества показана на рис. 4.3, высота кюветы $L = 4 \text{ м}$, угол падения луча $\alpha = 30^\circ$.

Постройте математическую модель явления. Дайте теоретически обоснованную количественную оценку величины b (рис.4.1) и величину допускаемой при этом ошибки.

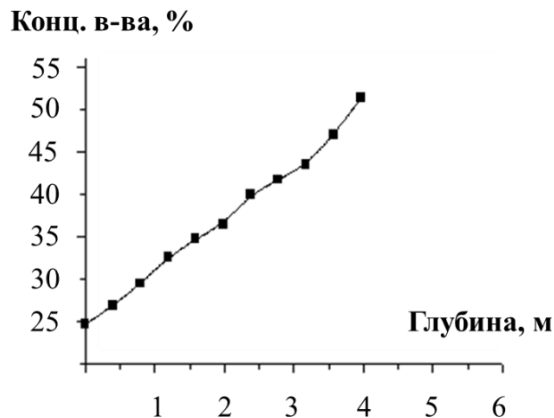


Рис.4.2. График зависимости концентрации раствора от глубины погружения

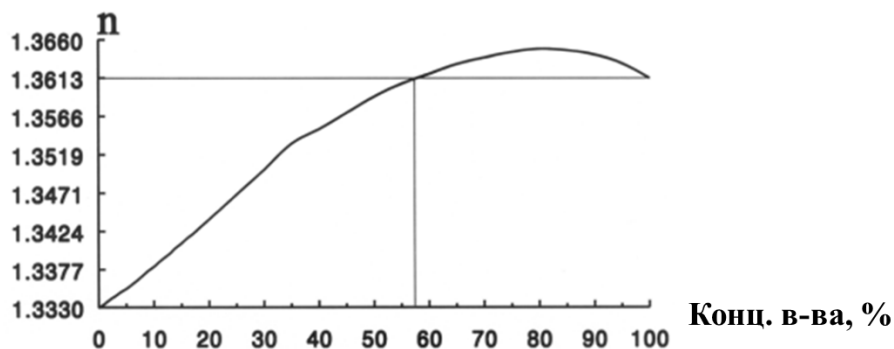


Рис.4.3. График зависимости показателя преломления от концентрации растворённого вещества