1.4 Определите, за сколько таких «сжатий» можно будет собрать один стакан воды ($m_с$ = 200 г).
1.5 Оцените количество работы, которую совершил Федя при сжатии.

Для повторения всего процесса Федя организовал работу по следующему циклу. После описанного сжатия и сбора образовавшейся влаги Федя медленно увеличивает размер сосуда до первоначального объема. При достижении объема V_1 открывается отверстие для доступа воздуха, окружающего сосуд. Выждав достаточное время, Федя снова начинает сжатие.

1.6 Схематически (без точных числовых значений) изобразите *p-V* диаграмму для водяного пара в описанном циклическом процессе. Укажите направление процесса на диаграмме.
1.7 Оцените полное количество работы, совершаемое Федей за один цикл.

Для определения «трудоемкости» процесса получения воды из воздуха Федя придумал следующую характеристику – удельную работу конденсации (Θ), – равную работе, затраченной на образование 1 килограмма воды.

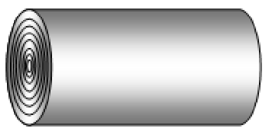
1.8 Оцените удельную работу конденсации для описанного цикла.

Задача 10- 2. Слоистые резисторы

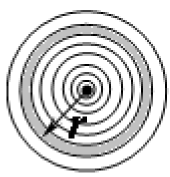
Современные нанотехнологии позволяют создавать синтетические материалы с заданными физическими свойствами. Рассмотрим слоистый резистор в форме цилиндра длиной $l = 20$ см и радиусом $a = 2{,}0$ см, удельное сопротивление ρ материала которого изменяется от слоя к слою. Электрический ток пропускается между торцами цилиндра при помощи хорошо проводящих контактов, подключенных к источнику постоянного напряжения $U = 1{,}5$ В. Будем считать, что при нагревании проводника его удельное сопротивление остается постоянным. Порядок напыления слоёв может быть различным.

Примечание: согласно уравнению Фурье количество теплоты ΔQ, *переносимое в некоторой среде вдоль оси Ox через площадку S за промежуток времени* Δt *равно* $\Delta Q = -\gamma \frac{\Delta T}{\Delta x} S \Delta t$, *где* $\gamma = 6{,}7 \cdot 10^{-3}$ Вт/(°С · м) *– теплопроводность рассматриваемого материала (считайте ее постоянной во всех слоях),* ΔT *– изменение температуры на участке* Δx.

1. **«Трубчатая структура»** В этом варианте напыления слои следуют друг за другом от оси цилиндра, подобно системе тонкостенных трубок, вложенных одна в одну (см. рис). Радиусы слоев при этом постепенно



увеличиваются. Напыляемый материал подбирается так, что удельное сопротивление $\rho(r)$ резистора увеличивается прямо пропорционально расстоянию r от данного слоя до оси цилиндра $\rho(r) = \alpha \cdot r$, где $\alpha = 6{,}4$Ом – постоянная размерная величина.

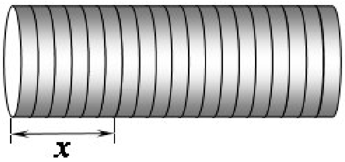


1.1. Вычислите сопротивление R_1 такого резистора.

1.2. Найдите также силу тока I_1 и мощность выделяющейся теплоты P_1 при подключении этого резистора к источнику напряжения $U = 1{,}5$ В. Какая часть цилиндра больше нагреется при прохождении тока?

1.3. Найдите максимальную температуру $T_{\max 1}$ внутри резистора, если температура на его поверхности поддерживается постоянной и равной $T_0 = 20°\text{C}$. Считайте, что торцы цилиндра теплоизолированы.

2. **«Блинная структура»** При таком напылении тонкие слои одинакового поперечного сечения чередуются подобно «блинам», положенным друг на друга (см. рис). Рассмотрим слоистый резистор такой структуры, что его удельное сопротивление ρ линейно увеличивается с расстоянием x от правого края так, что $\rho(x) = \alpha \cdot x$, где $\alpha = 6{,}4$ Ом – постоянная размерная величина.



2.1. Вычислите сопротивление R_2 такого резистора.

2.2. Найдите также силу тока I_2 и мощность теплоты P_2, выделяющейся на данном резисторе, при его подключении к источнику напряжения $U = 1{,}5$ В. Какая часть цилиндра нагреется больше при прохождении тока?

2.3. Найдите максимальную температуру $T_{\max 2}$ внутри резистора, если температура его левого торца поддерживается постоянной $T_0 = 20°\text{C}$. Считайте, что боковая поверхность цилиндра и его правый торец теплоизолированы.

2.4. Вычислите электрический заряд q^*, накопившийся внутри резистора в установившемся режиме протекания тока.

Подсказка (может понадобиться!). Площадь криволинейной трапеции, ограниченной графиком параболической зависимости $y(x) = a(1 - \frac{x^2}{l^2})$ *и осью абсцисс (см. рис) на участке* $(0;+l)$ *вычисляется по формуле* $S = \frac{2}{3}al$.