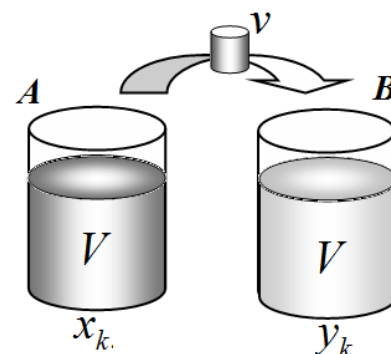


## Задача 10.1. Переносы...

## Часть 1 Перенос вещества.

В двух сосудах  $A$  и  $B$  находятся растворы соли в воде. Начальные концентрации растворов равны  $x_0$  в сосуде  $A$  и  $y_0$  в сосуде  $B$ . Объемы растворов одинаковы и равны  $V$ . Под концентрацией раствора понимается отношение массы растворенного вещества к объему раствора.



Для перемешивания растворов используют небольшой сосуд объема  $v$ . Этот сосуд полностью заполняют раствором из сосуда  $A$  и вливают в сосуд  $B$ , затем получившийся раствор хорошо перемешивают и заполняют им сосуд  $v$ , и вливают в сосуд  $A$ . После этого цикл повторяют. Обозначим  $x_k$ ,  $y_k$  - концентрации растворов в сосудах  $A$  и  $B$ , соответственно, после  $k$  циклов переливания (один цикл – два переливания из первого во второй, а затем из второго в первый).

- 1.7 Найдите начальные массы растворенных веществ в обоих сосудах.
- 1.8 Найдите концентрации растворов  $x_1$ ,  $y_1$  после одного цикла переливаний.
- 1.9 Найдите разность концентраций растворов после одного переливания ( $y_1 - x_1$ ).
- 1.10 Найдите разность концентраций растворов после второго переливания ( $x_2 - y_2$ ).
- 1.11 Найдите концентрации растворов  $x_k$ ,  $y_k$  после  $k$  циклов переливания (получите явные выражения для этих концентраций через начальные концентрации и объемы сосудов)

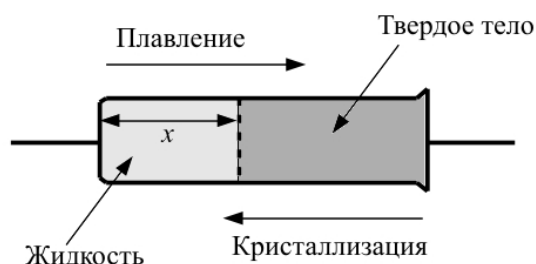
## Часть 2. Перенос теплоты «вручную».

В двух сосудах  $A$  и  $B$  находятся вода. Начальные температуры воды равны  $x_0$  в сосуде  $A$  и  $y_0$  в сосуде  $B$ . Массы воды в обоих сосудах одинаковы и равны  $m$ , удельная теплоемкость воды равна  $c$ . Для выравнивания температур используется небольшое тело теплоемкостью которого равна  $C_0$ . Первоначально это тело находится в сосуде  $A$ . Его достают и перемещают в сосуд  $B$ , после установления теплового равновесия возвращают в сосуд  $A$ , после этого цикл повторяют. **Потери теплоты в окружающую среду пренебречь.**

- 2.1 Найдите температуры воды в сосудах  $x_k$ ,  $y_k$  после  $k$  циклов переноса теплоты.

## Задача 10.2. На грани...

Удельное сопротивление металлов в жидком состоянии значительно больше, чем в твердом. Например, жидкая медь или жидкий свинец приблизительно в два раза хуже проводят электрический ток. При этом их плотность увеличивается очень незначительно. В этой задаче Вам предстоит исследовать резистор, находящийся на грани перехода из одного агрегатного состояния в другое.



Исследуемый элемент изображен на рисунке. Непроводящая оболочка имеет незначительное сужение с одной стороны и расширение с другой. Это сделано для того, чтобы плавление твердого проводника начиналось слева, а кристаллизация справа. **При расчетах пренебрегайте этими участками и считайте форму проводника цилиндрической. Также считайте, что граница раздела жидкой и твердой фаз всегда перпендикулярна оси системы (см. рисунок).**

В данной задаче температура исследуемого элемента будет всегда близка к температуре плавления (немного больше, немного меньше), поэтому можете пренебречь зависимостью удельного сопротивления материала от температуры.

### Часть 1. Исследование элемента

Сопротивление проводника в твердом состоянии равно  $R_0$ , а в жидком в два раза больше. Длина проводника равна  $l$ .

1.1 Чему равно сопротивление элемента, если длина расплавленной области равна  $x$ ?

Оболочка элемента рассеивает тепло в атмосферу, причем мощность тепловых потерь прямо пропорциональна разности температур элемента и окружающей среды. Температура окружающей среды остается постоянной.

Напряжение на элементе медленно увеличивают, и при некотором значении  $U_0$  температура элемента достигает температуры плавления материала.

2.1 При каком напряжении материал элемента полностью расплавится?

3.1 Напряжение на элементе плавно увеличивается от  $0,5U_0$  до  $2U_0$ . Нарисуйте график зависимости сопротивления элемента от напряжения.

4.1 Изобразите вольт-амперную характеристику (ВАХ) элемента — зависимость тока от напряжения — в том же диапазоне, что и в предыдущем пункте.

### Часть 2. Элемент и резистор

Последовательно к элементу подключают резистор с сопротивлением  $r = R_0$ . На цепь подают напряжение  $U$ .

2.1 В каком интервале напряжений ( $U_{MIN}$  и  $U_{MAX}$ ) материал элемента будет частично расплавлен?

2.2 Определите значение тока в цепи в трех различных случаях:  $U = U_{MIN}$ ,  $U = U_{MAX}$ ,  $U = (U_{MAX} + U_{MIN})/2$

Последовательно к элементу подключают резистор с сопротивлением  $r = 2R_0$ .

2.3 Как будет изменяться сила тока при медленном увеличении напряжения от  $2U_0$  до  $4U_0$ .