

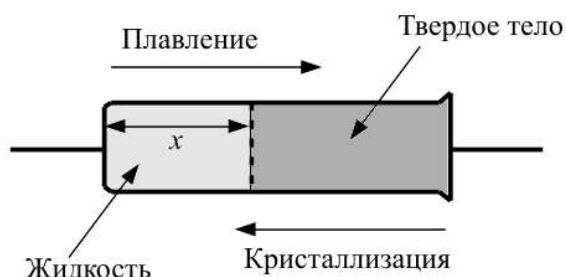
2. На грани

Условие

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 расплавившейся 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 вольтамперную 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 $4U_0$.