



ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Измерение зависимости падения напряжения U от расстояния d между точками контакта при постоянной силе тока I .
- Измерение зависимости падения напряжения U от силы тока I для фиксированного расстояния d между точками контакта.
- Определение электропроводности меди и алюминия и сравнение полученных результатов со значениями, указанными в литературе.

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Определение электропроводности меди и алюминия

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Электрическая проводимость в значительной степени зависит от природы материала. Она определяется как постоянная пропорциональности плотности тока и напряженности электрического поля в исследуемом материале. В этом опыте используется четырехточечное измерение для определения силы тока и напряжения в металлических стержнях известного поперечного сечения и длины.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Теплопроводящий стержень из алюминия	U8498292
1	Теплопроводящий стержень из меди	U8498291
1	Источник питания постоянного тока, 1–32 В, 0–20 А (115 В, 50/60 Гц)	U11827-115 или
	Источник питания постоянного тока, 1–32 В, 0–20 А (230 В, 50/60 Гц)	U11827-230
1	Микровольтметр (230 В, 50/60 Гц)	U8530501-230 или
	Микровольтметр (115 В, 50/60 Гц)	U8530501-115
1	Цифровой универсальный измерительный прибор модели E	U8531050
1	Набор из 15 соединительных проводов для опытов длиной 75 см и сечением 2,5 мм ²	U13801

1

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Электрическая проводимость в значительной степени зависит от природы материала. Она определяется как постоянная пропорциональности плотности тока и напряженности электрического поля в соответствующем материале. В металлах она определяется численной плотностью и подвижностью электронов в зоне проводимости, а также зависит от температуры.

В случае длинного металлического проводника площадью поперечного сечения A и длиной d , взаимосвязь между силой тока I , протекающего в проводнике, и падением напряжения U на отрезке d этого проводника можно получить из следующей формулы:

$$(1) \quad j = \sigma \cdot E$$

j : плотность тока, E : напряженность электрического поля

Эта взаимосвязь выглядит следующим образом:

$$(2) \quad I = j \cdot A = A \cdot \sigma \cdot \frac{U}{d}$$

В опыте эта взаимосвязь используется для определения проводимости металлических стержней с помощью четырехточечного измерения. Для этого ток I подается по двум проводам, и измеряется падение напряжения U между двумя контактными точками, находящимися на расстоянии d друг от друга. Так как площадь поперечного сечения A известна, можно рассчитать проводимость σ .

В этом опыте используются те же металлические стержни, что и в опыте по теплопроводности, UE2020100. Два измерительных зонда используются для измерения падения напряжения между контактными точками. Их же можно использовать для измерения температуры вдоль стержней.

ПРИМЕЧАНИЕ

Сравнив результаты измерений со значениями теплопроводности, которые получены при проведении опыта UE2020100, можно проверить справедливость закона Видемана-Франца. Он гласит, что теплопроводность металлов пропорциональна электропроводности и коэффициент пропорциональности является универсальной величиной, зависящей от температуры.

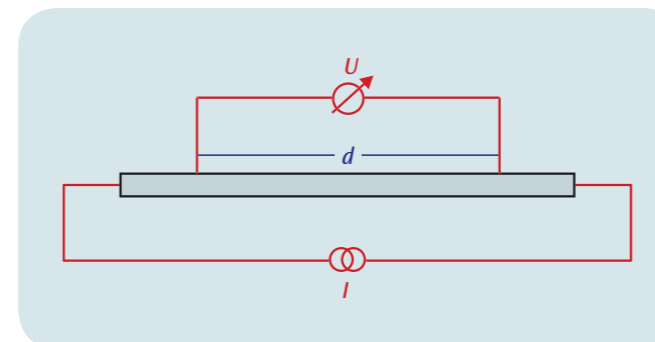


Рис. 3 Схема измерения с использованием четырех клемм

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

По измеренным значениям при постоянной силе тока I строится график зависимости U от d . Контактные напряжения между измерительными зондами и металлическим стержнем могут проявляться в том, что прямые линии графиков оказываются сдвинуты и не проходят через начало координат. Согласно уравнению (2) справедливо следующее

$$\alpha = \frac{I}{A \cdot \sigma}$$

Так как I и A известны, можно рассчитать проводимость:

$$\sigma = \frac{I}{A \cdot \alpha}$$

Наклон графика U - I составляет

$$\beta = \frac{d}{A \cdot \sigma}$$

Отсюда получаем

$$\sigma = \frac{d}{A \cdot \beta}$$

Сравнив результаты со значениями, указанными в литературе для чистой меди и чистого алюминия, можно увидеть, что эти стержни сделаны не из чистых металлов, а на самом деле изготовлены из сплавов меди и алюминия.

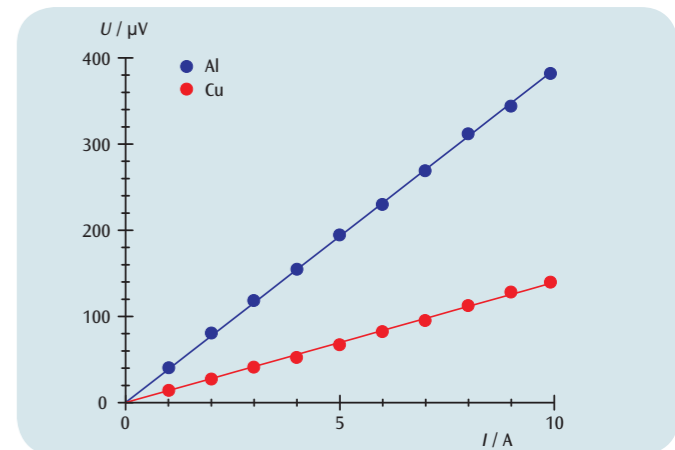


Рис. 1 График зависимости U от d для меди и алюминия

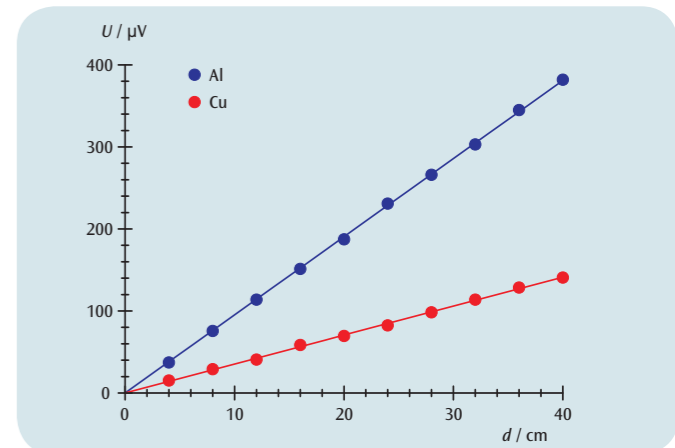


Рис. 2 График зависимости U от I для меди и алюминия