

УДК 372.853

**А. И. СЕРЫЙ**

Брест, БрГУ

**О МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ» В ВУЗОВСКОМ КУРСЕ ФИЗИКИ**

Диагностика знаний учащихся по вузовскому курсу физики свидетельствует, что студенты, как правило, лучше усваивают информацию, относящуюся к постоянному электрическому току в металлах, по сравнению со сведениями, относящимися к электрическому току в других средах. Во многом это можно объяснить тем, что и в школьном, и в вузовском курсах физики первой теме уделяется заметно больше внимания (что проявляется в том числе обилием задач на применение законов Ома и Джоуля–Ленца, а также на расчет сопротивления именно для металлических проводников).

В силу сказанного выше, для повышения качества изучения второй темы представляется интересным выполнить сравнительный анализ некоторых вопросов (исходя из известного принципа «все познается в сравнении»), относящихся к указанным темам. В качестве примеров рассмотрим вопросы, относящиеся к постоянному электрическому току в металлах и электролитах. Ниже предложен подход к изложению, основанный на использовании параллелей (аналогий) в виде сравнительных таблиц 1–3.

Можно отметить некоторое структурное сходство формул проводимости металлов и электролитов. При этом смысловое содержание аналогичных структурных элементов в каждой формуле, вообще говоря, различно. Соответствующий анализ выполнен в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика формул проводимости металлов и электролитов

Вещества	Металлы	Электролиты
1. Формула для проводимости	$\lambda = bne$ [1, с. 174, 183].	$\lambda = (b^+ + b^-)\beta\tilde{n}e$ [1, с. 421].
2. При этом $e$	элементарный заряд.	
3. При этом $n$ – концентрация	свободных электронов.	нейтральных молекул растворенного вещества.
4. Другие обозначения	$b$ – подвижность электронов.	$b^+$ и $b^-$ – подвижности положительных и отрицательных ионов, $\beta$ – степень диссоциации, $\tilde{n}$ – валентность ионов.

Наиболее обширным является перечень вопросов, связанных с зависимостью сопротивления от температуры, что видно из таблицы 2.

Таблица 2 – Сравнительный анализ вопросов зависимости электрического сопротивления металлов и электролитов от температуры

Вещества		Металлы	Электролиты
1.1. Зависимость удельного сопротивления $\rho$ от температуры $t$		$\rho \approx \rho_0(1 + \alpha t)$ , где $\rho_0$ – удельное сопротивление при $t = 0^\circ\text{C}$ , $\alpha$ – температурный коэффициент сопротивления [2, с. 240].	
1.2.1. Зависимость $\alpha(t)$		незначительная.	более существенная, чем у металлов.
1.2.2. Знак $\alpha$		$> 0$	$< 0$
1.2.3. Значение $ \alpha $		$\sim 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ (у некоторых сплавов $\sim 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ), у чистых металлов $1/273 \text{ K}^{-1}$ [2, с. 241; 3, с. 152].	$\sim 0,01\text{--}0,02 \text{ K}^{-1}$ [3, с. 155].
1.3. Границы применимости формул	верхняя	температура плавления.	температура кипения раствора.
	нижняя	температура перехода в сверхпроводящее состояние.	температура замерзания раствора.
1.4. Зависимость вида $\rho = \tilde{\alpha}T$ , где $T$ – абсолютная температура		применима при указанных выше условиях.	неприменима, так как должны одновременно выполняться условия $\rho > 0$ , $\partial\rho/\partial T < 0$ .
2.1.1. С ростом $T$		$n = \text{const}$	$n$ растет из-за диссоциации [2, с. 251].
2.1.2. Как это влияет на $\rho$		Не влияет.	Приводит к уменьшению $\rho$ .
2.2.1. С ростом $T$ растет интенсивность рассеяния		свободных электронов на ионах решетки.	ионов при столкновениях с молекулами растворителя.
2.2.2. Как это влияет на $\rho$		приводит к росту $\rho$	
2.3. Как оба фактора вместе влияют на $\rho$ с ростом температуры		$\rho$ растет (действует только 2-й фактор, приводящий к росту).	$\rho$ уменьшается (1-й фактор, приводящий к уменьшению, оказывается более существенным по сравнению со 2-м фактором, приводящим к росту).

Можно выделить также перечень вопросов, не имеющих (в отличие от таблиц 1 и 2) прямого отношения к зависимости сопротивления от тех или иных величин. Эти вопросы вынесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика металлов и электролитов по вопросам, не имеющим прямого отношения к зависимости сопротивления от других величин [1, с. 414; 2, с. 251; 4, с. 113–120; 5, с. 536]

Вещества	Металлы	Электролиты
1. Иное название – проводники	I рода.	II рода.
2.1. Агрегатное состояние (АС)	твердое (кристаллы).	жидкое (растворы) и твердое (полиэлектролиты).
2.2. Вещества, находящиеся в том же АС, но не относящиеся к данной категории	полупроводники, твердые диэлектрики.	водный раствор сахара (например).
3.1. Свободные носители заряда (СНЗ)	электроны	электроны и ионы
3.2. Происхождение СНЗ	Отрыв от внешних оболочек атомов в узлах решетки.	Электролитическая диссоциация.
3.3. Происходит ли перенос вещества при протекании электрического тока	Нет	Да
4. Выполняются ли законы Ома и Джоуля–Ленца	Да	Да

Предложенные таблицы могут быть использованы как преподавателями, так и студентами для обобщения и закрепления материала, в том числе при подготовке к экзаменам по электричеству и магнетизму. Составление (в том числе с расширением списка вопросов) подобных таблиц можно предложить учащимся в виде творческих заданий. При контроле знаний можно предложить учащимся самостоятельное заполнение отдельных клеток таблиц.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1974–1989. – Т. 3 : Электричество. – 1977. – 688 с.
2. Яворский, Б. М. Справочное руководство по физике / Б. М. Яворский, Ю. А. Селезнев. – М. : Наука, 1975. – 624 с.
3. Кошкин, Н. И. Справочник по элементарной физике / Н. И. Кошкин, М. Г. Ширкевич. – М. : Наука, 1988. – 256 с.
4. Физическая энциклопедия: в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол.: Д. М. Алексеев [и др.]. – М. : 1988–1998. – Т. 3 : Магнитноплазменный – Пойнтинга теорема. – 1992. – 672 с.
5. Физическая энциклопедия: в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол.: Д. М. Алексеев [и др.]. – М. : 1988–1998. – Т. 5 : Стробоскопические приборы – Яркость. – 1998. – 691 с.