

Письма в ЖЭТФ, том 16, вып. 11, стр. 583 – 585

5 декабря 1972 г.

ДРЕЙФ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДОВ В ЖИДКИХ НЕОНЕ И АРГОНЕ

В. Н. Лебеденко, Б. У. Родионов

В связи с разработкой электронных методов детектирования следов ионизующих частиц в жидкых диэлектриках (см., например, наши работы [1]), возникает вопрос, в каких жидкостях могут существовать свободные электроны.

Пока установлено, что свободные электроны способны перемещаться в электрическом поле с подвижностью $\sim 10^2 \div 10^3 \text{ см}^2 \cdot \text{в}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$ через слои тяжелых сжиженных благородных газов (аргон, криpton, ксенон) и некоторых органических жидкостей [2, 3]. Для ряда задач ядерной физики важно использовать в качестве рабочего вещества детектора легкие элементы. К сожалению, в жидких водороде и гелии свободные электроны локализуются в микропузырьках с радиусом $\sim 10 \text{ \AA}$ и обладают подвижностью $\sim 10^{-2} \text{ см}^2 \cdot \text{в}^{-1} \cdot \text{сек}^{-1}$ [4 – 6]. Использование жидкого водорода и гелия в электронных детекторах типа [1] сопряжено с большими трудностями, поскольку, например, по сравнению с аргоном их быстродействие уменьшается на пять порядков. Последним подходящим элементом, более легким чем аргон, мог бы быть неон.

На одной и той же аппаратуре мы измерили скорости дрейфа ионов в жидких неоне и аргоне. Аргон был выбран в качестве контрольной среды. Использовались трехэлектродная дрейфовая камера с тритиевым β -источником и метод измерений, описанные соответственно в работах [4, 7]. Чистка газов осуществлялась путем циркуляции их через нагретую до 700°C кальциевую стружку. Газы охажались в гелиевом криостате. Температура жидкостей определялась по давлению их паров. Поскольку градиент температуры внутри дрейфового объема не контролировался, результаты различных серий опытов несколько отличались друг от друга. Наша аппаратура не позволяла измерять скорости дрейфа электронов, но наличие быстрой электронной компоненты тока в жидкости (например, в аргоне) легко фиксировалось.

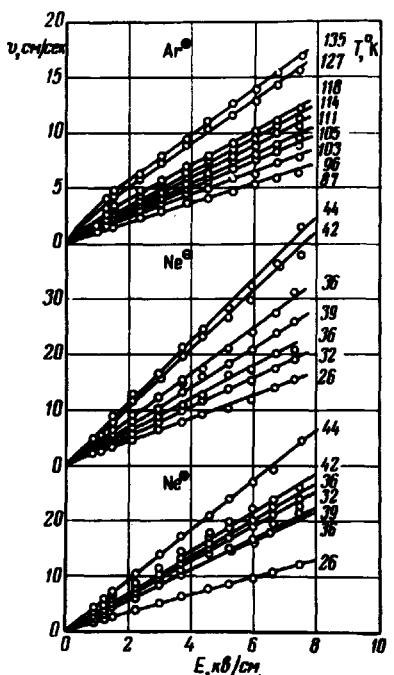


Рис. 1. Зависимость скоростей дрейфа носителей зарядов v в жидким аргоне и неоне от напряженности электрического поля E при различных температурах жидкостей T

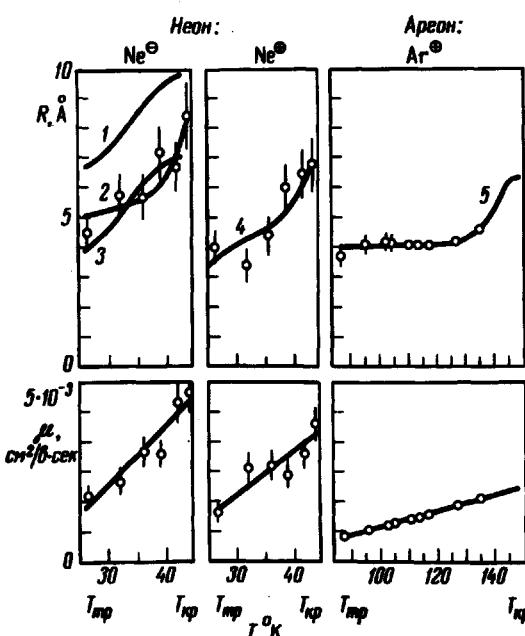


Рис. 2. Внизу: зависимость подвижности $\mu = d\mathbf{v} / dE$ от температуры жидкого неона и аргона. Вверху: радиус носителя R , как функция температуры: кривая 1 – теоретический расчет радиусов электронных пузырьков в неоне [6]; кривая 2 – экспериментальная зависимость; кривая 3 – то же, что и кривая 1, но смещена вниз на диаметр атома неона; очевидно, что экспериментальные точки должны лежать между кривыми 1 и 3. Кривые 4 и 5 – радиусы положительных носителей в жидким неоне и аргоне

Измерения показали, что в жидком неоне полностью отсутствует быстрая (электронная) компонента тока и заряды переносятся медленно дрейфующими положительными и отрицательными носителями. Скорости дрейфа носителей обеих знаков (см. рис. 1) весьма близки во всем исследованном температурном диапазоне от тройной до критической точек.

На рис. 2 (внизу) приведены значения подвижности $\mu = dv/dE$ (v – скорость, E – напряженность электрического поля) и рассчитанные по формуле Стокса значения радиусов носителей R (вверху). Для отрицательного носителя в качестве модели был выбран пузырек, а для положительного – твердый шарик. Отметим хорошее соответствие наших результатов с предсказаниями пузырьковой модели отрицательных носителей в неоне [6], а также с результатами других работ [2, 7, 8].

Пользуемся случаем выразить искреннюю признательность чл.-корр. АН СССР А.И.Шальникову и К.О.Кешишеву за помощь в выполнении данной работы, проф. Б.А.Долгошину за обсуждение экспериментальных результатов.

Авторы благодарны А.А.Круглову и В.Н.Капиносу за участие в измерениях.

Московский
инженерно-физический институт

Поступила в редакцию
17 октября 1972 г.

Литература

- [1] Б.А.Долгошин, В.Н.Лебеденко, Б.У.Родионов. Письма в ЖЭТФ, 11, 513, 1970; Б.А.Долгошин, А.А.Круглов, В.Н.Лебеденко, В.П.Мирошниченко, Б.У.Родионов. Препринт ОИЯИ №Р1-6145, Дубна, 1972.
- [2] R.J.Loveland, R.G.Le Comber, W.E.Spear. Phys. Lett., 39A, 225, 1972.
- [3] W.F.Schmidt, A.O.Allen. J.Chem. Phys., 52, 4788, 1970.
- [4] К.О.Кешишев, Л.П.Межов-Деглин, А.И.Шальников. Письма в ЖЭТФ, 12, 234, 1970.
- [5] И.А.Гачечилидзе, К.О.Кешишев, А.И.Шальников. Письма в ЖЭТФ, 12, 231, 1970.
- [6] T.Miyakawa, D.L.Dexter. Phys. Rev., 184, 166, 1969.
- [7] T.H.Dey, T.J.Lewis. Brit. J.Appl. Phys. ser. 2, 1, 1019, 1968.
- [8] L.Bruschi, G.Mazzi, M.Santini. Phys. Rev. Lett., 28, 1504, 1972.