

При $e \approx 10^{29}$ CGSE поправка оказывается порядка 10^{-12} от основного эффекта. **Гравитационное смещение спектральных линий.** Согласно ОТО, в случае, когда излучатель и приемник покоятся в слабом статическом гравитационном поле, для частот излучения в точках испускания (ν_1), приема (ν_2) и их разности $\Delta\nu$ имеем в первом приближении

$$\frac{\Delta\nu}{\nu_1} = \frac{\nu_2 - \nu_1}{\nu_1} = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{c^2}, \quad (13)$$

где Φ определяется выражением $g_{00} = 1 + 2\Phi/c^2$. Для света, идущего от Солнца к Земле, имеем

$$\frac{\Delta\nu}{\nu_1} = -\frac{\gamma M}{c^2 r} + \frac{\gamma e^2}{4r^2} + \frac{\Phi_{\text{Земли}}}{c^2}. \quad (14)$$

Для Солнца $r = R_{\odot}$ и первый член равен $-\gamma M/cR_{\odot}^2 = -2,12 \cdot 10^{-6}$, в то время как $\Phi_3/c^2 = 7 \cdot 10^{-10}$ [4]. Эффект, вызванный зарядом, даже при его максимальной возможной величине (10^{29} CGSE), еще меньше — порядка 10^{-12} .

Отметим, что заряд Солнца e во всех трех случаях и независимо от его знака ослабляет эффект, обусловленный массой M . Это следовало ожидать, так как в метрике Рейснера — Нордстрема члены с зарядом e и массой M имеют противоположный знак.

Мы видели, что из трех эффектов, вызванных зарядом, может представить интерес только дополнительное движение перигелия Меркурия.

В этой связи следует заметить, что существует еще один слабый эффект, который также может давать ощутимую поправку в движении перигелия Меркурия, но противоположного (по сравнению с эффектом от заряда) знака — это влияние сплюснутости Солнца, приводящее к наличию квадрупольного момента массы [4, 5].

Очевидно эффекты от заряда и от сплюснутости Солнца могут в принципе компенсировать друг друга. Поэтому в связи с вопросом о проверке ОТО представляет значительный интерес эмпирическое определение как сплюснутости Солнца, так и его заряда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bailey V. A. J. Proc. Roy. Soc. N. S. Wales, 94, No. 2, 1960.
2. Bailey V. A. Nature, 201, No. 4925, 1202, 1964.
3. Гинзбург В. Л. В сб. «Эйнштейн и современная физика». М., 1956.
4. Salpeter E. E. Comm. Nucl. and Part. Phys., 1, No. 3, 1967.
5. Dicke R. H. Am. J. Phys., 35, No. 7, 1967.

Поступила в редакцию
18.7 1969 г.

Кафедра
астрофизики

УДК 539.196.24

Н. Б. БРАНДТ, И. Г. КУЗЕМСКАЯ, Л. В. ЛАЗАРЕВА

О ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ СВОБОДНОГО ПРОБЕГА У ОБРАЗЦОВ С ТОЧЕЧНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ КОНТАКТАМИ

Исследование образцов с длиной свободного пробега l , сравнимой или превышающей размеры образца L , при наличии точечных токовых электродов, вызывают большой интерес [1, 2, 3].

В работе [1] рассмотрена, в частности, задача о электрическом сопротивлении в приконтактной области в отсутствие магнитного поля. Электрическое сопротивление R в области $r_0 < l$, где r_0 — расстояние от точечного токового электрода, определяется только процессами ускорения вблизи от контакта и не зависит от l . Это приводит к тому, что при понижении температуры сопротивление в этой области должно изменяться слабее, чем в областях, удаленных от токовых электродов на расстояние $r > l$. Таким образом, характер зависимости сопротивления от температуры будет различным для областей $r_0 < l$ и $r > l$.

Если на образце имеется несколько потенциальных контактов α, β, i, k , то величина относительного изменения сопротивления между любыми парами контактов, уда-

ленных от токовых электродов на расстояние $r \gg l$, при понижении температуры должна быть одной и той же.

В случае, когда хотя бы один из контактов расположен в области $r_0 < l$, относительное изменение сопротивления между ним и любым другим контактом при пониже-

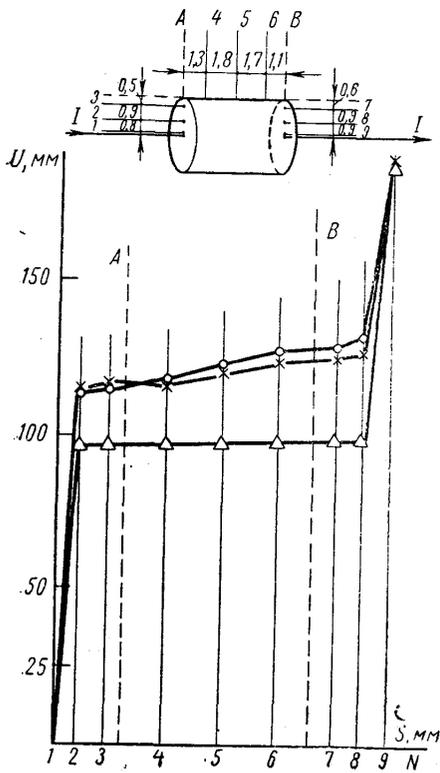


Рис. 1. Изменение характера распределения потенциала с понижением температуры на поверхности образца Вi—I длины $L=5,9$ мм, $\varnothing 4,5$ мм, $\rho_{300^\circ\text{C}}/\rho_{4,2^\circ\text{C}}=135$, \circ — $T=300^\circ\text{K}$, $I_1=2,5$ ма, x — $T=77^\circ\text{K}$, $I_2=7,5$ ма, \triangle — $T=4,2^\circ\text{K}$, $I_3=7,5$ ма

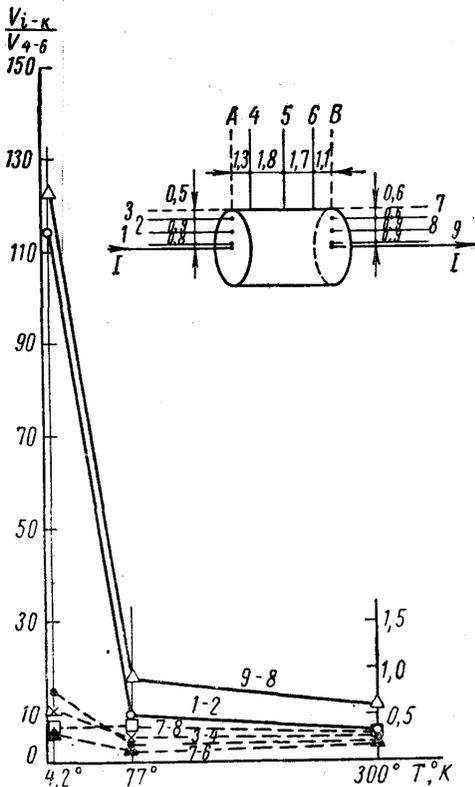


Рис. 2. Температурная зависимость отношения $V_{i-k}/V_{\alpha\beta}$ для образца Вi—I. \triangle —контакты 9—8 и \circ —контакты 1—2: ось ординат слева; \bullet —контакты 3—4, x —контакты 2—3, \square —контакты 7—8 и \triangle —контакты 7—6: ось ординат справа; V_{4-6} —разность потенциала на центральной части образца, V_{i-k} —разность потенциалов между различными парами контактов

нии температуры будет меньше, чем для удаленных пар. Поэтому, при наличии только этого эффекта относительная разность потенциалов $V_{i-k}/V_{\alpha\beta}$ не должна меняться при понижении температуры, если расстояния (r_α , r_β и т. д.) всех контактов (α , β и т. д.) от токовых электродов превышают l_{max} при самой низкой температуре. В том случае, когда $r_i < l_{\text{max}}$ или $r_k < l_{\text{max}}$, отношение $V_{i-k}/V_{\alpha\beta}$ должно возрастать, начиная с температур, при которых r_i , $r_k \sim l_{\text{max}}$. Таким образом, зная расстояния r_i , r_k потенциальных электродов от токовых контактов, по изменению температурной зависимости $V_{i-k}/V_{\alpha\beta}$ можно судить о величине l в образце.

Для проверки этих соображений было исследовано распределение потенциала на поверхности образцов, имеющих электрические контакты малых размеров при температурах 300, 77 и $4,2^\circ\text{K}$. Измерения проводились на монокристаллах Вi чистоты 99,9999% со средним отношением $\rho_{300^\circ\text{C}}/\rho_{4,2^\circ\text{C}} \sim 130$ и длиной свободного пробега при $4,2^\circ\text{K}$ порядка 0,3—0,4 мм. Токковые и потенциальные контакты из медной проволоки $\varnothing 20$ мк подпаивались к образцам сплавом Вуда или подваривались искровым методом [4]. Расположение контактов на образцах и расстояние между ними показано на рис. 1—3. Разность потенциалов измерялась фотоэлектрическим усилителем с чувствительностью $1 \cdot 10^{-8}$ в/мм. Для исключения влияния термоэффектов измерения про-

водились на различных токах. Собственное магнитное поле измерительного тока и поле Земли, а так же взаимная ориентация измерительного тока и кристаллографических осей образцов на результаты измерений не влияют.

Типичное распределение потенциала на поверхности образца $Bi-I$, снятое при трех температурах, приведено на рис. 1. У этого образца первый потенциальный контакт приварен вплотную к токовому в области $r_0 < l$. Графики выполнены в приведенном масштабе: по оси x отложены расстояния между потенциальными контактами, начиная с ближайшего к левому токовому (цифры соответствуют номерам контактов). По оси y — разность потенциалов между соответствующими парами контактов $i-k$. Измерительные токи подбирались таким образом, чтобы максимальная разность потенциалов, возникающая между крайними электродами, совпадала при различных температурах. Масштабы токов указаны в подписи к рисунку.

Отчетливо наблюдается изменение характера распределения потенциала при понижении температуры ниже $77^\circ K$. Температурная зависимость слабее для электродов, ближайших к токовому, и более сильная в центральной части образца. Особенно отчетливо это проявляется для температурной зависимости $V_{ik}/V_{\alpha\beta}$, приведенной для этого же образца $Bi-I$ на рис. 2. У этого образца контакты 1-й и 9-й расположены в области $r_0 < l$. Отношение V_{1-2}/V_{4-6} и V_{9-8}/V_{4-6} , где V_{4-6} разность потенциалов в центральной части образца, меняется при понижении температуры от 300 до $4,2^\circ K$ в 12—13 раз. Для удаленных пар отношение меняется очень слабо.

На рис. 3 приведена аналогичная зависимость для образца $Bi-II$, у которого ближайший к токовому первый потенциальный контакт расположен на расстоянии 0,35 мм. В этом случае отношение V_{1-2}/V_{5-6} возрастает всего в 1,1 раза во всем диапазоне температур. Характер такой температурной зависимости относительного изменения напряжений проверен на 20 образцах Bi . Аналогичные измерения проведены на образцах Bi , легированных Sb и Tl , у которых $l \ll 0,1$ мм. Эффект возрастания $V_{ik}/V_{\alpha\beta}$ при понижении температуры у них отсутствует. Аналогичное явление наблюдалось, по-видимому, в работе [3] при исследовании влияния размеров образцов Bi на их электрическое сопротивление при низких температурах, когда площадь сечения токовых электродов была меньше площади поперечного сечения образца. К сожалению, в настоящее время остается невыясненным роль других факторов в наблюдаемом эффекте.

Если рассмотренное явление, в основном, обусловлено размерным эффектом, то оно может быть использовано в качестве нового метода определения длины свободного пробега в металлах. Так, по нашим оценкам, сделанным этим способом, для Bi с отношением $\rho_{300^\circ K}/\rho_{4,2^\circ K} \sim 130$ — 150 длина свободного пробега при $T = 4,2^\circ K$, $l \sim 0,3$ — $0,4$ мм, что согласуется с ранее приводимыми оценками.

В заключение выражаем благодарность Ю. В. Шарвину за обсуждение результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарвин Ю. В. ЖЭТФ, 48, № 3, 984, 1965.
2. Шарвин Ю. В., Фишер Л. М. Письма в ЖЭТФ, 1, № 5, 54, 1965.
3. Александров Б. Н. ЖЭТФ, 43, 8, 1962.
4. Фриедт Н. Б. «Приборы и техника эксперимента», № 2, 132, 1965.
5. Friedtman A. N., Koenig S. H. IBM, J. Res. Develop., 4, No. 2, 1960.
6. Боровик Е. С., Лазарев Б. Г. ЖЭТФ, 21, № 8, 1951.
7. Богод Ю. А. Кандидатская диссертация. Харьков, 1948.

Поступила в редакцию
1.9 1969 г.

Кафедра
низких температур

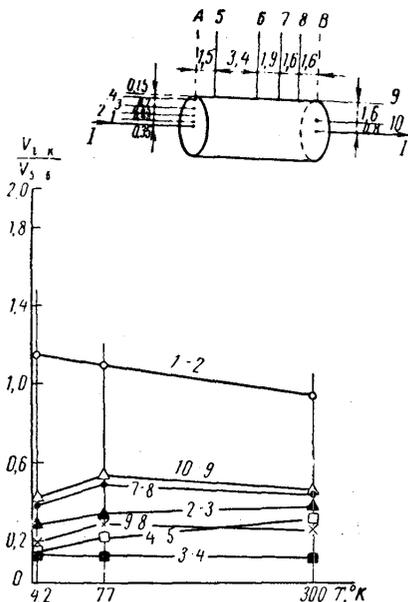


Рис. 3. Температурная зависимость отношения $V_{ik}/V_{\alpha\beta}$ для образца $Bi-II$. Длина $L=10$, $\varnothing 4,5$ мм, Δ — контакты 10—9, \bullet — контакты $\rho_{300^\circ K}/\rho_{4,2^\circ K} = 130$. \circ — контакты 1—2, 9—8, \triangle — контакты 2—3, \square — контакты 4—5, \square — контакты 3—4