

В. Н. САЗОНОВ

О ЦИРКУЛЯРНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ СУМЕРЕЧНОГО СВЕТА

(Представлено академиком В. Л. Гинзбургом 9 XI 1972)

1. Ангел, Иллинг и Мартин ⁽¹⁾ сообщили об обнаружении циркулярной поляризации сумеречного света. Эта поляризация, вероятно, возникает в результате двукратного рассеяния солнечного света в атмосфере: после первого рассеяния возникает линейная поляризация, после второго рассеяния на аэрозолях линейная поляризация частично переходит в циркулярную.

В данной заметке мы хотим обратить внимание на то, что возникновение циркулярной поляризации, по-видимому, тесно связано с неоднородностью атмосферы. Мы укажем на доступный наблюдательной проверке эффект, позволяющий подтвердить или опровергнуть высказанное предположение.

2. Поскольку конкретный механизм двукратного рассеяния не разработан достаточно подробно, мы применим для анализа циркулярной поляризации соображения P -инвариантности (см. ⁽²⁾).

Степень циркулярной поляризации $p_c = V/I$ (V — четвертый параметр Стокса) есть псевдоскаляр: $Pr_c = -p_c$. Предположим, что в задаче о рассеянии фигурируют только векторы и скаляры (см. п.4). Пусть s_0 — единичный вектор в направлении на Солнце, s — единичный вектор вдоль луча зрения. Чтобы построить псевдоскаляр, нужен, как минимум, еще один вектор N .

Если в задаче есть только три вектора s_0 , s и N , то псевдоскаляр строится однозначным образом:

$$p_c = R[Ns_0]s; \quad (1)$$

здесь R — некоторая P -четная функция: $PR = R$. Величина и знак R могут быть определены только в рамках конкретной теории. Несмотря на это формула (1) позволяет сделать некоторые выводы.

Оказывается, что $p_c = 0$ на небесной сфере на линии, которая образована пересечением плоскости, проходящей через векторы s_0 и N , и небесной сферы.

3. Мы предположим, что существование третьего вектора N обусловлено различием плотности ρ и температуры T атмосферы в тех точках, где происходят акты вторичного рассеяния. Тогда

$$N = c_1 \text{grad } \rho + c_2 \text{grad } T,$$

и с хорошей точностью

$$N \parallel n, \quad (2)$$

где n — нормаль к земной поверхности.

В этом случае из (1) получим

$$p_c = R \sin z_0 \sin z \sin(a - a_0), \quad (3)$$

где a_0 , a и z_0 , z — азимут и зенитное расстояние Солнца и точки наблюдений. Согласно наблюдениям ⁽¹⁾ $p_c(a) = -p_c(a + \pi)$, что согласуется с (3).

Из (3) следует, что степень циркулярной поляризации должна равняться нулю на дуге большого круга, проходящего через Солнце и зенит.

4. Экспериментальное исследование формы нулевой линии p_e на небесной сфере, на наш взгляд, представляет большой интерес. В частности, нарушение закона (3) будет свидетельствовать либо о том, что рассеивающая среда характеризуется некоторым псевдоскалавром (например, как раствор сахара), либо о том, что не выполнено равенство (2). Кроме того, представляет интерес исследование циркулярной поляризации облаков, которая может быть велика из-за большой величины вектора N .

В заключение отметим, что соображения P - и T -инвариантности позволяют понять зависимость p_e от углов наблюдения при наблюдениях Луны и планет, а также образцов в лабораторных условиях (см. (2)).

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР
Москва

Поступило
27 X 1972

Московский физико-технический
институт
г. Долгопрудный Моск. обл.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ J. R. P. Angel, R. Illing, P. G. Martin, Nature, 238, 389 (1972). ² В. Н. Сазонов, Астрон. журн., 49, № 3, 833 (1972); Усп. физ. наук, 108, № 3 (1972).