Из общих физических соображений, с учетом (1) и выражения для плотности энергии электромагнитного поля классической электродинамике, в формуле (5) величину a следует заменить на r, принимая во внимание, что формула (5) получена в нулевом приближении. Возникающее при этом выражение почти совпадает по структуре с ВФФ, полученной в [5], исходя из других соображений и для другого вида моделирования. Тогда волновая функция фотона, проходящего «через оба отверстия» в первом экране опыта Юнга принимает вид

$$\Psi(\mathbf{r},t) = \Psi_1(\mathbf{r},t) + \Psi_2(\mathbf{r},t) = \frac{Be^{-ik_0ct}}{r_1}\left[\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}-i\cos(r_1k_0)\\ \sin(r_1k_0)\cos\theta_{r1}\\ -i\sin(r_1k_0)\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}-i\cos(r_1k_0)\\ -\sin(r_1k_0)\cos\theta_{r1}\\ -i\sin(r_1k_0)\end{pmatrix}\right] +$$

$$+\frac{Be^{-ik_0ct}}{r_2}\left[\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}-i\cos(r_2k_0)\\ \sin(r_2k_0)\cos\theta_{r2}\\ -i\sin(r_2k_0)\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}-i\cos(r_2k_0)\\ -\sin(r_2k_0)\cos\theta_{r2}\\ -i\sin(r_2k_0)\end{pmatrix}\right] \equiv \Psi_1\left(\mathbf{r_1}+\frac{\mathbf{d}}{2},t\right)+\Psi_2\left(\mathbf{r_2}-\frac{\mathbf{d}}{2},t\right), \quad (6)$$

где B включает все константы, вектор $\mathbf{d}$ соединяет отверстия; r_1, r_2 – расстояния от отверстий до точки наблюдения P, находящейся на втором экране (отстоящем от первого на расстоянии ℓ). Записав плотность вероятности обнаружения фотона [1] как $\Psi^+(\mathbf{r},t)\Psi(\mathbf{r},t)$, получаем в ней интерференционный член, который после преобразований и пренебрежения слагаемым, включающим произведение $\cos\theta_{r1}\cos\theta_{r2}$, сводится к виду

$$\rho_{\text{int}} = \frac{4B^2}{r_1r_2}\left[\sin(k_0r_1)\sin(k_0r_2) + \cos(k_0r_1)\cos(k_0r_2)\right] = \frac{4B^2}{r_1r_2}\cos\left[k_0(r_2-r_1)\right] = \frac{4B^2}{r_1r_2}\cos\delta, \quad (7)$$

где предполагается, что $r_1 + r_2 \approx 2\ell$, $r_2 - r_1 = \Delta$, где Δ – оптическая разность хода лучей, исходящих из обоих отверстий, $\delta = 2\pi\Delta/\lambda_0$ – их разность фаз с точки зрения классической электродинамики, $k_0 = 2\pi/\lambda_0$.

Таким образом, ВВФ в координатном представлении, объясняет волновые явления на равноправной основе для всех квантовых частиц и фотонов, испускаемых в эксперименте заведомо поодиночке.

Список публикаций:

[1] Давыдов А. П. Волновая функция фотона в координатном представлении: монография. Магнитогорск: Изд-во МГТУ им. Г.И. Носова. 2015. 180 с.
[2] Davydov A. P., Zlydneva T. P. // 2018 14th International scientific-technical conf. APEIE – 44894 proceedings: Novosibirsk. 2018. V. 1. Part. 4. P. 58-69.
[3] Davydov A. P., Zlydneva T. P. // Proc. of the IV Int. research conf. "Information technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine" (ITSMSSM 2017). 2017. P. 257-265.
[4] Давыдов А. П., Злыднева Т. П. // Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т. 23 (8). С. 27-38.
[5] Давыдов А. П., Злыднева Т. П. // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения: сб. науч. ст. II Всерос. науч. конф. Тольятти: Издатель Качалин А. В., 2019. Часть 1. С. 136-144.

Расчет энтропии кротовой норы Дамура-Солодухина

Киреева Гульдар Милхатовна
Каримов Рамис Халилович
Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы
Измаилов Рамиль Наилевич, к.ф.-м.н.
kireevaguldar11@gmail.com

На сегодняшний день интересным исследованием в физике является исследование квантовых процессов проходящих в компактных астрофизических объектах. Одним из таких возможных процессов является энтропия. В работе будет рассчитана энтропия кротовой норы Дамура-Солодухина [1], используя термодинамические законы механики компактных астрофизических объектов.

Энтропию черных дыр впервые рассматривали Хокинг и Беккенштейн [2,3], где они вывели соотношение между энергией E и энтропией S, которое имеет вид:

$$dE = T_H dS, \quad (1)$$

где T_H – температура Хокинга.

Следовательно, для того, чтобы найти энтропию кротовой норы Дамура-Солодухина, необходимо сначала найти температуру Хокинга. Температуру Хокинга кротовой норы Дамура-Солодухина, можно найти, использовав метод Гауса-Бонне [4]:

$$T_H = \frac{1}{4\pi}\int_{r_{\text{th}}} \sqrt{g}R, \tag{2}$$

где r_{th} – радиус горловины кротовой норы, g– определитель метрики двухмерного Евклидового пространства, получающегося в результате поворота Вика $\tau = it$ в экваториальной плоскости $\theta = \pi/2$ и R– скаляр кривизны Риччи.

Подставляя $E = Mc^2$ в уравнение (1) получаем, что энтропия кротовой норы может быть получена из уравнения

$$dS = \frac{c^2}{T_H}dM. \tag{3}$$

Таким образом, энтропию кротовой норы Дамура-Солодухина можно получить из уравнения (1). Однако, для этого нужно найти температуру Хокинга, согласно уравнению (2).

Список публикаций:

[1] Damour T., Solodukhin S.N. // Physical Review D. 2007. Vol. 76. P. 024016.

[2] Hawking S.W. // Communications in Mathematical Physics. 1976. Vol. 46. P. 206.

[3] J. D. Bekenstein // Physical Review D. 1973. Vol. 7. P. 2333.

[4] Övgün A., Sakallı İ. // Annals of Physics. 2020. Vol. 413. P. 168071.

Моделирование движения частиц различной плотности под действием потока воды

Куличкина Туяра Петровна

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова

Яковлев Борис Васильевич д.ф.-м.н.

turaret_2017@mail.ru

При гравитационном обогащении полезных ископаемых используют различные устройства, в том числе сепараторы с примененением потока воды [1]. Для усовершенствования или проектирования устройств необходимо знание параметров устройств и материалов обогащения при различных режимах работы [2]. С целью оптимизации этих параметров разрабатываются математические модели процессов сепарации в устройствах обогащения. В настоящей работе представлены результаты исследования движения частиц в наклонной плоскости под действием потока воды. Разработанный в Лаборатории полезных ископаемых ИГДС СО РАН крутонаклонный концентратор для обогащения россыпей является усовершенствованием такого устройства.

На рис.1 представлена схема исследуемого устройства. Из угла 1 выходит изотропный поток воды (пунктирная линия 2). Не далеко от точки 1 в поток попадает исследуемая частица и движется под действием силы потока воды, силы реакции наклонной плоскости (угол наклона β), силы трения и силы тяжести по некоторой траектории (сплошная кривая 3) в зависимости от начальной скорости. При этом начальная скорость частицы имеет произвольное направление от 0^0 до 90^0(угол отсчитывается от нижнего горизонтального ребра).

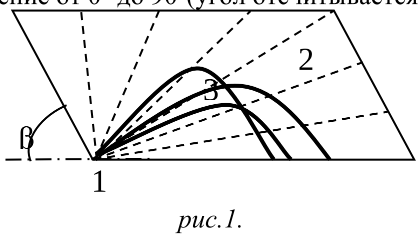

рис.1.

Целью данной работы является определение вероятности положения частицы на наклонной плоскости при заданных условиях.

Задача определения вероятности положения одной частицы в устройстве появляется при разработке математических моделей коллективного движения частиц. Для определения вероятности положения частицы используется изложенный в работах [3] метод ансамлей Гиббса. Согласно этому методу определяются все возможные положения частицы в произвольный момент времени при различных начальных значениях положений и скорости частицы. При этом начальные параметры зависят от начального значения распределения вероятностей. Множество возможных положений представляет собой пространство состояний. Таким образом,