

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИФИ»

**VI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЛАЗЕРНЫЕ, ПЛАЗМЕННЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ -
ЛАПЛАЗ-2020»**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Часть 1

Москва

УДК: 001.89 [621.373.8+533.9+539.1+530.1+620.3+519.7](06)

ББК 72+22.383

М 43

VI Международная конференция «Лазерные, плазменные исследования и технологии - ЛаПлаз-2020» Сборник научных трудов. Ч.1. М.: НИЯУ МИФИ, 2020. – 463 с.

Сборник научных трудов содержит тезисы докладов, включенных в программу VI Международной конференции «Лазерные, плазменные исследования и технологии – ЛаПлаз-2020», которая прошла с 11 февраля по 14 февраля 2020 года в НИЯУ МИФИ. Организатором конференции выступает Институт лазерных и плазменных технологий НИЯУ МИФИ.

Тематика конференции охватывает широкий круг вопросов: лазерная физика и лазерные технологии; физика плазмы и плазменные технологии; сверхсильные лазерные поля; управляемый термоядерный синтез; современные проблемы теоретической физики; прикладная математика и математическое моделирование; современные проблемы физики твердого тела, функциональных материалов и наносистем; ускорители заряженных частиц и радиационные технологии; современные проблемы квантовой метрологии, физика высокой плотности и энергии, электрофизическое и ядерное приборостроение.

Тезисы получены до 30 января 2020 года.

Материалы издаются в авторской редакции.

Ответственный редактор – Крупышева П.О.

ISBN 978-5-7262-2655-2

©Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ», 2020

А.М.ГРУДИНИНА, ИССЛЕДОВАНИЕ АНИЗОТРОПНОГО МАГНИТОЭКСИТОНА	Н.С.ВОРОНОВА, ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ	Ю.Е.ЛОЗОВИК, СОСТОЯНИЯ	340
К.С. КРЫЛОВ, В.Д. МУР ДРОБНОЕ КВАНТОВАНИЕ ОРБИТАЛЬНОГО МОМЕНТА В ЗАДАЧАХ КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ			342
П.Д. ЛУКЪЯНОВ, Д.Н. ВОСКРЕСЕНСКИЙ, Е.Э КОЛОМЕЙЦЕВ САМОСОГЛАСОВАННЫЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ АДРОННОГО ГАЗА МАЛОЙ ПЛОТНОСТИ			344
Е.А. ЦЫГАНКОВ, Д.С. ЧУЧЕЛОВ, С.А. ЗИБРОВ, М.И. ВАСЬКОВСКАЯ, В.Л. ВЕЛИЧАНСКИЙ, С.В. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, В.П. ЯКОВЛЕВ ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СВЕТОВОЙ СДВИГ В УСЛОВИЯХ КПП РЕЗОНАНСА			346
Т.В. ЛИСЕЙКИНА, С.В. ПОПРУЖЕНКО НЕИЗЛУЧАЮЩИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫЕ СОСТОЯНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ			348
М.А. РАКИТИНА, С.И. ГЛАЗЫРИН, А.В. БРАНТОВ, В.Ю. БЫЧЕНКОВ ПОРОГ ИОННО-ЗВУКОВОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ И АНОМАЛЬНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ			350
Е.С. СОЗИНОВ, А.М. ФЕДОТОВ ФОРМАЛИЗМ ИНТЕГРИРОВАНИЯ ПО МИРОВЫМ ЛИНИЯМ В СКАЛЯРНОЙ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ			352
Д. БЛЭКМЭН, Р. НЮТЕР, Ф. КОРНЕЕВ, В. ТИХОНЧУК ПЛАЗМЕННЫЕ ВОЛНЫ С УГЛОВЫМ ОРБИТАЛЬНЫМ МОМЕНТОМ			355
С.А. СУББОТИН, Н.С. ВОРОНОВА, И.Л. КУРБАКОВ, Ю.Е. ЛОЗОВИК СТАТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ ГИДРОДИНАМИКИ ДЛЯ ЭКСИТОНОВОГО БОЗЕ-ГАЗА С УТЕЧКОЙ			357
Б.А. ТУЛУПОВ, М.Л. ГОРЕЛИК, Ш. ШЛОМО, М.Г. УРИН СВОЙСТВА ИЗОСКАЛЯРНЫХ ГИГАНТСКИХ МУЛЬТИПОЛЬНЫХ РЕЗОНАНСОВ В СРЕДНЕ-ТЯЖЕЛЫХ МАГИЧЕСКИХ ЯДРАХ: ПОЛУМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ			359
С.С. САУТБЕКОВ, М.И. ПШИКОВ, А.Г. АСЫЛБЕКОВА ИЗЛУЧЕНИЕ РАВНОУСКОРЕННО ДВИЖУЩЕЙСЯ ЧАСТИЦЫ			361

**Секция
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
ФИЗИКИ**

Руководитель секции	– д.ф.-м.н., Попруженко Васильевич	профессор Сергей
Секретарь секции	– д.ф.-м.н., Городничев Евгеньевич	профессор Евгений

Тел./факс.: 8 (495) 788-56-99, доб. 9377

E-mail: gorodn@theor.mephi.ru

ИЗЛУЧЕНИЕ РАВНОУСКОРЕННО ДВИЖУЩЕЙСЯ ЧАСТИЦЫ

В данной работе приводится новый релятивистский векторный потенциал магнитного диполя. В качестве примера рассчитано угловое распределение мощности излучения прямолинейно и равноускорено движущейся частицы с постоянным магнитным моментом.

S.S. SAUTBEKOV, M.I. PSHIKOV, A.G. ASSYLBEKOVA

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

RADIATION FROM A UNIFORMLY ACCELERATED PARTICLE

This paper describes a novel relativistic vector potential of the magnetic dipole. As an example, calculation of the angular distribution of radiation power is shown for a rectilinearly moving and uniformly accelerated particle with constant magnetic moment.

Исходим из выражения для векторного потенциала движущейся со скоростью \mathbf{v} частицы с постоянным магнитным моментом $\mathbf{M}[1]$:

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = -\frac{\mu}{4\pi} \left(\frac{\mathbf{M}}{R^2(1-n\beta)^2} \times \left(\beta - \mathbf{n} \frac{1-\beta^2}{1-n\beta} \right) + \frac{\mathbf{n}}{cR(1-n\beta)^2} \times \left(\dot{\mathbf{M}} + \mathbf{M} \frac{n\dot{\beta}}{1-n\beta} \right) \right)_{\tau},$$

где $\mathbf{n} = \frac{\mathbf{R}}{R}$, \mathbf{R} – радиус вектор движущейся частицы, $\beta = \frac{v}{c}$. Тогда электромагнитное поле движущейся частицы выражается формулами:

$$\mathbf{E}^{Rad}(\mathbf{r}, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R c^2 (1-n\beta)^3} \times \left(\dot{\mathbf{M}} + (\beta\dot{\mathbf{n}}) \frac{\mathbf{M}}{1-n\beta} + \frac{\mathfrak{z}(\beta\dot{\mathbf{n}})}{1-n\beta} \left(\mathbf{M} + (\beta\dot{\mathbf{n}}) \frac{\mathbf{M}}{1-n\beta} \right) \right)_{\tau}$$

$$\mathbf{H}^{Rad}(\mathbf{r}, t) = (\mu_0/\epsilon_0)^{-\frac{1}{2}} \mathbf{n} \times \mathbf{E}^{Rad}(\mathbf{r}, t).$$

Несложно получить для углового распределения излучения частицы:

$$\frac{dP}{d\Omega} = \frac{(1-n\beta)}{\mu_0 c} (R E^{Rad})^2$$

или

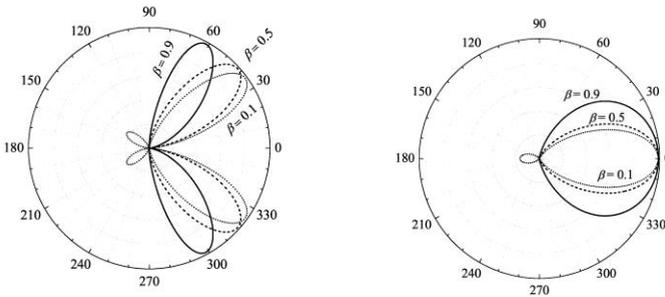
$$\frac{dP}{d\Omega} = \frac{\mu_0}{(4\pi)^2 c^3} \frac{1}{(1-n\beta)^5} \left(\mathbf{n} \times \dot{\mathbf{M}} + (\beta \dot{\mathbf{n}}) \frac{\mathbf{n} \times \mathbf{M}}{1-n\beta} + \frac{3(\beta \dot{\mathbf{n}})}{1-n\beta} \left(\mathbf{n} \times \dot{\mathbf{M}} + (\beta \dot{\mathbf{n}}) \frac{\mathbf{n} \times \mathbf{M}}{1-n\beta} \right) \right)^2$$

Полагая $\dot{\mathbf{M}} = 0, \dot{\mathbf{M}} = 0, \dot{\beta} = 0$, получаем формулу излучения равномерно ускоренной частицы:

$$\frac{dP}{d\Omega} = \frac{9\mu_0}{(4\pi)^2 c^3} \left(\frac{\mathbf{n} \times \mathbf{M}^2 (\beta \dot{\mathbf{n}})^4}{(1-n\beta)^9} \right)$$

Если $\mathbf{v} \parallel \mathbf{M}$, Тогда для угла наблюдения $\alpha = \theta - \arcsin(\beta \sin \theta)$, получим $\frac{dP}{d\Omega} = \frac{9\mu_0 \beta^4 M^2}{(4\pi)^2 c^3} F(\theta, \beta)$,

где $F(\theta, \beta) = \frac{\sin^2 \alpha \cos^4 \alpha}{(1-\beta \cos \alpha)^9}$, если $\mathbf{v} \parallel \mathbf{M}$ или $F(\theta, \beta) = \frac{\cos^6 \alpha}{(1-\beta \cos \alpha)^9}$, если $\mathbf{v} \perp \mathbf{M}$. На рис.1 приведены нормированные диаграммы углового распределения мощности излучения частицы с магнитным моментом \mathbf{M} , движущейся прямолинейно с постоянным ускорением.



а) б)

Рис.1. Угловое распределение $\frac{F(\theta, \beta)}{K(\beta)}$ мощности излучения частицы с магнитным моментом \mathbf{M} , движущейся прямолинейно с постоянным ускорением: а) $\mathbf{v} \parallel \mathbf{M}$, $K(0,1) = 0,3, K(0,5) = 28,2, K(0,9) = 0,9 \cdot 10^7$; б) $\mathbf{v} \perp \mathbf{M}$, $K(0,1) = 2,6, K(0,5) = 512, K(0,9) = 10^9$

Поскольку спиновое излучение проявляется при высоких энергиях электронов и фактически может быть измерено в современных электронных ускорителях, предложенная методика может быть использована для расчета мощности излучения релятивистских электронов и резонансных циклотронных

частот. Учет переходного и тормозного излучений от быстрых нейтронов имеет также теоретическую значимость и в физике плазмы.

Список литературы

1. S.S Sautbekov // Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 484(2019), 403-407.