

делать это нетравматично и безболезненно – во время процедуры пациент ощущает лишь приятное тепло и легкое покалывание. Помимо разрушения жировых отложений, процедура кавитации улучшает систему кровоснабжения и дренаж тканей. За счет восстановления коллагеновых и эластиновых волокон происходит разглаживание морщин и складок, восстанавливаются цвет и эластичность кожи.

Список использованных источников

1. Кавитационный теплогенератор для отопления дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uteplenedoma.com/otoplenie/otoplenie-doma/kavitacionnyj-teplogenerator>. – Дата доступа: 25.03.2020.
2. Кавитация в насосах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nektonnasos.ru/article/gidravlika/kavitaciya-v-nasosah/>. – Дата доступа: 25.03.2020.
3. Теплогенератор кавитационный для отопления помещения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kotel.guru/alternativnoe-otoplenie/teplogenerator-kavitacionnyy-dlya-otopleniya-pomescheniya.html#i>. – Дата доступа: 25.03.2020.
4. Кавитация в эстетической медицине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mediolan.org/stati/kavitaciya/>. – Дата доступа: 25.03.2020.

УДК 535.3+537.6

ОБ ЭФФЕКТЕ БАРЫШЕВСКОГО-ЛЮБОШИЦА В КВАНТУЮЩЕМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ С УЧЕТОМ РЕЗОНАНСОВ

Серый А.И., к.ф.-м.н., доц.

*Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина,
г. Брест, Республика Беларусь*

Реферат. Получено решение задачи о поправке второго порядка по электромагнитной константе связи для величины вращения плоскости поляризации фотонов в полностью поляризованном по спину электронном газе в квантующем магнитном поле. Используются модифицированное дисперсионное соотношение Гелл-Мана-Голдбергера-Тирринга, оптическая теорема и приближенная формула, полученная Фоминым и Холодовым для резонансного сечения эффекта Комптона.

Ключевые слова: вращение плоскости поляризации, эффект Барышевского-Любошица.

Вращение плоскости поляризации фотонов в веществе возможно вследствие эффектов Фарадея, Макалюзо-Корбино [2, с. 582] или Барышевского-Любошица. В последнем случае требуется наличие спиновой поляризации электронов в среде [1, с. 88–89]. В экспериментах по наблюдению вращения плоскости поляризации, выполненных в земных лабораториях, внешнее магнитное поле отсутствовало либо не оказывало заметного влияния на структуру уровней энергии электрона в атоме, которое могло бы привести к нарушению целостности атома. Выяснилось, что эффект Барышевского-Любошица преобладает в жестком рентгеновском диапазоне и возникает во втором порядке теории возмущений по электромагнитной константе связи $\alpha = e^2/(\hbar c)$, где e – элементарный заряд, \hbar – постоянная Планка, c – скорость света [1, с. 88–94].

При астрофизических магнитных полях, реализуемых, например, вблизи нейтронных звезд, ситуация существенно меняется, поскольку заметную роль играет квантование Ландау, а движение электронов теряет финитность в направлении линий индукции магнитного поля. При этом появляется возможность резонансного комптоновского рассеяния, когда виртуальный электрон попадает на какой-либо из уровней Ландау [3, с. 321]. Если частота фотона далека от резонансной, то преобладает эффект Барышевского-Любошица, который возникает уже в первом порядке теории возмущений по α [4, р. 420–422]. В противном случае возникает сложное взаимодействие всех трех эффектов, перечисленных выше.

По аналогии с алгоритмом расчета во втором порядке теории возмущений по α в отсутствие квантующего магнитного поля [1, с. 92–93] можно в том же порядке теории

возмущений рассчитать угол поворота плоскости поляризации на единицу пройденного фотоном пути $d\varphi/dx$ в среде с поляризованными по спину электронами под малым углом к направлению вектора индукции квантующего магнитного поля. Полученный результат будет являться поправкой к результату, полученному ранее в первом порядке теории возмущений по α [4, р. 420–422]. Для простоты будем считать спиновую поляризацию электронов полной, а все электроны – находящимися на нулевом уровне Ландау с собственными магнитными моментами, направленными по вектору индукции магнитного поля.

Согласно [3, с. 324], в этом случае выражение для сечения комптоновского рассеяния фотона, движущегося под малым углом θ к линиям индукции магнитного поля, вблизи резонанса равно (где r_0 – электромагнитный радиус электрона, B_0 – швингеровское значение индукции магнитного поля, m – масса электрона)

$$\sigma(\omega, B, \theta) = \pi r_0^2 m^2 c^4 (1 + \cos^2 \theta) \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{l=0}^{n-1} \frac{A(n, l, \theta, b)}{(\hbar\omega - (n-l) b m c^2)^2 + \Gamma_n^2 / 4}, \quad (1)$$

$$A(n, l, \theta, b) = \frac{b^{2n-l} (n-l)^{2n-2l} n^{2n-1} (n-l+1) \sin^{2n-2} \theta}{2^{n-1} l! (n-l)! (2n-2l+1)!}, \quad (2)$$

$$\Gamma_n = 2\alpha m c^2 \sum_{j=0}^{n-1} \frac{b^{n-j+1} (n-1)! (n-j)^{2n-2j} (n+j)(n-j+1)}{j! (n-j)! (2n-2j+1)!}, \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c}, b = \frac{B}{B_0}, \kappa = \frac{\hbar\omega}{m c^2}, B_0 = \frac{m^2 c^3}{e \hbar}, r_0 = \frac{e^2}{m c^2}. \quad (4)$$

Также будем использовать обозначения: n_e – концентрация электронов, ω – частота фотона, \vec{p} – вектор спиновой поляризации электронов, \vec{n} – единичный вектор в направлении распространения фотонов, $f_2(\omega)$ – функция, отвечающая за вклад в амплитуду комптоновского рассеяния вперед фотона на электроне (вклад зависит от соотношений между направлениями спинов фотона и электрона), $\text{Re } f_2(\omega)$ и $\text{Im } f_2(\omega)$ – действительная и мнимая части этой функции. Тогда [1, с. 91–93]

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{2\pi m_e c}{\omega} (\vec{p} \cdot \vec{n}) \text{Re } f_2(\omega) = \frac{2\pi m_e c}{\omega} \text{Re } f_2(\omega) \cos \theta, \quad (5)$$

$$\text{Re } f_2(\omega) \approx \frac{2\omega}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{\text{Im } f_2(\xi) d\xi}{\xi^2 - \omega^2}. \quad (6)$$

$$\text{Im } f_2(\omega) = \frac{\omega}{8\pi c} \sigma(\omega, B, \theta). \quad (7)$$

Тогда с учетом (1), (5)–(7) получаем:

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{n_e \cos \theta (1 + \cos^2 \theta) r_0^2}{2} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{l=0}^{n-1} A(n, l, \theta, b) I(n, l, \kappa, b), \quad (8)$$

$$I(n, l, \kappa, b) = \int_0^{+\infty} \frac{y dy}{\left((y - (n-l)b)^2 + \frac{\Gamma_n^2}{4m^2 c^4} \right) (y^2 - \kappa^2)}. \quad (9)$$

Интеграл (9) можно вычислить аналитически путем разбиения отрезка интегрирования на 2 части – от 0 до $\kappa - \varepsilon$ и от $\kappa + \varepsilon$ до $+\infty$ при $\varepsilon \rightarrow +0$), в результате чего получаем:

$$I(n, l, \kappa, b) = \frac{\sqrt{4a_2 - a_1^2} (a_1 \kappa \ln \kappa - a_2 (1 + \kappa^2/a_2) \ln \sqrt{a_2})}{\sqrt{4a_2 - a_1^2} (\kappa^2 (a_1^2 - 2a_2) - \kappa^4 - a_2^2)} + \frac{a_1 a_2 (1 - \kappa^2/a_2) (\pi/2 - \arctg(a_1 / \sqrt{4a_2 - a_1^2}))}{\sqrt{4a_2 - a_1^2} (\kappa^2 (a_1^2 - 2a_2) - \kappa^4 - a_2^2)}, \quad (10)$$

$$a_1 = -2(n-l)b, a_2 = (n-l)^2 b^2 + \Gamma_n^2 / (4m^2 c^4). \quad (11)$$

Окончательный результат записывается через (8) с учетом (2)–(4), (10), (11).

Список использованных источников

1. Барышевский, В. Г. Ядерная оптика поляризованных сред / В. Г. Барышевский. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 320 с.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1980. – Т. 4 : Оптика. – 752 с.
3. Фомин, П. И. Резонансное комптоновское рассеяние во внешнем магнитном поле / П. И. Фомин, Р. И. Холодов // ЖЭТФ. – 2000. – Т. 117, вып. 2. – С. 319–325.
4. Sery, A. I. To the Problem of Compton Rotation of Photons in a Strong Magnetic Field: Limit of Total Spin Polarization of Electrons / A. I. Sery // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – 2014. – Vol. 17, № 4. – P. 420–422.

3.4 Физическая культура и спорт

УДК 371.72

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РОБОТОТЕХНИКИ

*Гордецкий А.А., ст. преп., Машков А.Ю., преп., Гусаков И.Г., ст. преп.,
Черткова А.П., студ.*

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. Анализ дневника самоконтроля студентов основного отделения 1 курса факультета информационных технологий и робототехники основной медицинской группы.

Ключевые слова: проба Генчи, проба Штанге, дневник самоконтроля.

Дыхание – единый процесс, осуществляемый целостным организмом. Процесс дыхания состоит из трех неразрывных звеньев:

- внешнего дыхания или газообмена между внешней средой и кровью легочных капилляров, происходящего в легких;
- переноса газов, осуществляемого системами кровообращения и крови;
- внутреннего (тканевого) дыхания, т. е. газообмена между кровью и клеткой, в процессе которого клетки потребляют кислород и выделяют углекислоту.

Работоспособность человека определяется в основном тем, какое количество кислорода поступило из наружного воздуха в кровь легочных капилляров и доставлено в ткани и клетки организма. Эти процессы осуществляются сердечно-сосудистой системой и системой органов дыхания. Например, при сердечной недостаточности наступает одышка, при недостаточности кислорода в атмосферном воздухе (например, на высотах) увеличивается количество эритроцитов – переносчиков кислорода, при заболеваниях легких наступает тахикардия.

При исследовании дыхательной системы пользуются различными инструментальными методами, в том числе определением дыхательных объемов – частоты, глубины ритма