

Так же на сайте нашего учреждения есть ссылка на этот проект и ее могут использовать наши родители дома.

Язык педагога – один из основных источников в развитии речи дошкольника. Именно поэтому мы оказываем различные формы методической помощи воспитателям дошкольного образования: консультации, семинары-практикумы, которые помогают лучше организовать учебный процесс на белорусском языке.

Обобщая полученный опыт, мы разработали и представили на областной конкурс «Каб мова родная гучала» план недели белорусского языка для 2-х младших, средних и старших возрастных групп, а также работу с педагогами, которая включала в себя разработку недели по дням:

- акции «Пажаданне на родная мове»;
- консультации «Шляхі і сродкі далучэння да беларускіх нацыянальных традыцый дзяцей дашкольнага ўзросту»;
- выставки периодических изданий «У дапамогу педагогу»;
- моменты поэзии (представление стихов о родном языке учителей) «Я – дачка сваёй зямлі, нашчадак беларусаў»;
- семинар-практикум «Арганізацыя адукацыйнага працэсу ў дашкольнай установе на беларускай мове»;
- интеллектуальная игра «Што? Дзе? Калі?»;
- выставка стенгазет «Зямля пад белымі крыламі».

Эта работа не прекращается, мы продолжаем находить новые формы работы. Педагоги очень вовлечены в этот процесс, теперь они являются источниками предложений, они стремятся найти, сделать и поделиться чем-то интересным.

УДК 53 (077)

О. М. Дерюжкова, С. А. Лукашевич

г. Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ЛАГРАНЖИАНА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ С МИКРОЧАСТИЦЕЙ

В рамках дисциплины «Основы физики элементарных частиц» модуля «Компьютерное моделирование» для описания физических явлений, которые наблюдаются при взаимодействии элементарных частиц, используются основные принципы и положения классической и квантовой теории поля. Данный теоретический и математический аппарат позволяет эффективно анализировать любые процессы с участием микрочастиц.

Рассмотрим один из методов исследования электродинамических процессов на основе лагранжианов, полученных в рамках релятивистски-полевых подходов и согласующихся с низкоэнергетическими теоремами [1]. Приведем этапы построения полевого лагранжиана и анализ этого лагранжиана в нерелятивистском приближении с учетом поляризуемостей. Воспользуемся эффективным релятивистским лагранжианом взаимодействия электромагнитного поля с микрочастицами, обладающими электрическими и магнитными дипольными моментами работы [2], а также методом релятивистской теории поля, который основан на технике, развитой в релятивистской магнитогидродинамике [3].

Основной вклад в электромагнитные процессы поляризуемости вносят в амплитуды и сечения в области низких энергий. Поэтому подход [3] позволяет последовательно получить приближение уравнений Максвелла в среде, движущейся с нерелятивистской скоростью. Для определения амплитуд электромагнитных процессов важно построить ковариантный лагранжиан и проанализировать уравнения, которые следуют из этого лагранжиана в нерелятивистском приближении.

Представим лагранжиан взаимодействия $L_I = \frac{1}{4} M^{\mu\nu} F_{\mu\nu}$, используя определение четырехмерных векторов в виде $d^\mu = M^{\mu\nu} u_\nu$, $d_\mu = M_{\mu\nu} u^\nu$, $m^\mu = \tilde{M}^{\mu\nu} u_\nu$, $m_\mu = \tilde{M}_{\mu\nu} u^\nu$. Тогда

$$L_I = -\frac{4\pi}{2} \left[\alpha_E (e^\mu e_\mu) + \beta_M (b^\mu b_\mu) \right] = -2\pi \left[\alpha_E e^2 + \beta_M b^2 \right]. \quad (1)$$

Если четырехмерные вектора в уравнении (1) записать через тензоры электромагнитного поля $e^\mu = F^{\mu\nu} u_\nu$, $e_\mu = F_{\mu\nu} u^\nu$, $b^\mu = \tilde{F}^{\mu\nu} u_\nu$, $b_\mu = \tilde{F}_{\mu\nu} u^\nu$, то нетрудно убедиться, что уравнение (1) примет вид:

$$L_I = -2\pi \left[\alpha_E F^{\mu\rho} F_{\mu\nu} + \beta_M \tilde{F}^{\mu\rho} \tilde{F}_{\mu\nu} \right] u_\rho u^\nu.$$

В свою очередь, так как

$$e^2 = e^\mu e_\mu = \left[(\mathbf{uE})^2 - (u^0)^2 \mathbf{E}^2 + 2u^0 (\mathbf{u}[\mathbf{EB}]) - u^2 \mathbf{B}^2 + (\mathbf{uB})^2 \right],$$

$$b^2 = b^\mu b_\mu = \left[(\mathbf{uB})^2 - (u^0)^2 \mathbf{B}^2 + 2u^0 (\mathbf{u}[\mathbf{EB}]) - u^2 \mathbf{E}^2 + (\mathbf{uE})^2 \right],$$

то лагранжиан (1) выражается через поляризуемости следующим образом:

$$L_I = -2\pi \left\{ (\alpha_E + \beta_M) \left[(\mathbf{uE})^2 + (\mathbf{uB})^2 + 2u^0 (\mathbf{u}[\mathbf{EB}]) \right] - \left(\alpha_E (u^0)^2 + \beta_M u^2 \right) \mathbf{E}^2 - \left(\alpha_E u^2 + (u^0)^2 \beta_M \right) \mathbf{B}^2 \right\}. \quad (2)$$

Из уравнения (2) следует, что в нулевом порядке по скорости

$$L_I^0 = 2\pi \left[\alpha_E \mathbf{E}^2 + \beta_M \mathbf{B}^2 \right],$$

а в разложении (2) до первого порядка по скорости, получим

$$L_I^1 = 2\pi \left[\alpha_E \mathbf{E}^2 + \beta_M \mathbf{B}^2 - (\alpha_E + \beta_M) 2(\mathbf{v}[\mathbf{EB}]) \right]. \quad (3)$$

Это соотношение согласуется с лагранжианом, приведенным в работе [2] если учесть поляризуемости микрочастицы.

На основании лагранжиана (3) построим гамильтониан взаимодействия электромагнитного поля с микрочастицей с учетом поляризуемостей. В приближении первого порядка по скорости лагранжиан с учётом (3) имеет вид:

$$L = \frac{mv^2}{2} + e(\mathbf{rE}) - \frac{e}{2} (\mathbf{v}[\mathbf{Br}]) + 2\pi \left[\alpha_E \mathbf{E}^2 + \beta_M \mathbf{B}^2 - (\alpha_E + \beta_M) 2(\mathbf{v}[\mathbf{EB}]) \right]. \quad (4)$$

В этом случае канонический импульс представляется уравнением:

$$\mathbf{\Pi} = \frac{\partial L}{\partial \mathbf{v}} = m\mathbf{v} - 4\pi(\alpha_E + \beta_M)[\mathbf{E}\mathbf{B}] + \frac{e}{2}[\mathbf{B}\mathbf{r}].$$

Тогда гамильтониан движения микрочастицы в постоянном электромагнитном поле равен:

$$\begin{aligned} H = \mathbf{\Pi}\mathbf{v} - L &= m\mathbf{v}^2 - 4\pi(\alpha_E + \beta_M)(\mathbf{v}[\mathbf{E}\mathbf{B}]) + \frac{e}{2}(\mathbf{v}[\mathbf{B}\mathbf{r}]) - \\ &- \frac{m\mathbf{v}^2}{2} - e(\mathbf{r}\mathbf{E}) - \frac{e}{2}(\mathbf{v}[\mathbf{B}\mathbf{r}]) - 2\pi(\alpha_E \mathbf{E}^2 + \beta_M \mathbf{B}^2) + 4\pi(\alpha_E + \beta_M)(\mathbf{v}[\mathbf{E}\mathbf{B}]) = (5) \\ &= \frac{m\mathbf{v}^2}{2} - e(\mathbf{r}\mathbf{E}) - 2\pi(\alpha_E \mathbf{E}^2 + \beta_M \mathbf{B}^2). \end{aligned}$$

Из уравнения (5) следует, что гамильтониан взаимодействия, обусловленный поляризуемостями можно записать в виде:

$$H = -2\pi(\alpha_E \mathbf{E}^2 + \beta_M \mathbf{B}^2).$$

Чтобы получить уравнение движения микрочастицы в постоянном электромагнитном поле с учетом ее поляризуемостей, воспользуемся уравнением Лагранжа-Эйлера

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{dL}{d\mathbf{u}} \right) - \nabla L = 0. \quad (6)$$

Согласно (4)

$$\nabla L = e\mathbf{E} + \frac{e}{2}[\mathbf{v}\mathbf{B}]. \quad (7)$$

Подставляя (7) в (6), получим

$$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} - e\mathbf{E} - e[\mathbf{v}\mathbf{B}] = 0.$$

Таким образом, в первом порядке по скорости частицы вклад поляризуемостей в уравнение движения в постоянном электромагнитном поле равен нулю.

В постоянном поле уравнение движения имеет вид:

$$\dot{\mathbf{\Pi}} - \nabla L = m\dot{\mathbf{v}} + \frac{e}{2}[\mathbf{B}\mathbf{v}] - e\mathbf{E} - \frac{e}{2}[\mathbf{v}\mathbf{B}] = m\dot{\mathbf{v}} - e\mathbf{E} - e[\mathbf{v}\mathbf{B}],$$

т.е. вклад поляризуемостей в уравнение движения равен нулю.

Однако если в лагранжиане учесть второй порядок по скорости

$$L_I^{(2)} = -2\pi \left\{ (\alpha_E + \beta_M) [(\mathbf{v}\mathbf{E})^2 + (\mathbf{v}\mathbf{B})^2] + (\alpha_E - \beta_M) \mathbf{v}^2 (\mathbf{E}^2 + \mathbf{B}^2) \right\},$$

то вклад поляризуемостей будет отличен от нуля и в постоянном электромагнитном поле. В самом деле, обобщенный импульс в этом приближении равен:

$$\Pi_{i(l)}^{(2)} = -4\pi \left\{ (\alpha_E + \beta_M) [E_i E_j + B_i B_j] + (\alpha_E - \beta_M) \delta_{ij} (E^2 + B^2) \right\} v_j.$$

Таким образом, на основе уравнений Максвелла и характеристик структурной микрочастицы определены векторы электрической и магнитной поляризации среды. С учетом этих векторов получен релятивистский лагранжиан взаимодействия электромагнитного поля со структурной микрочастицей. Используя уравнения Лагранжа-Эйлера в релятивистской форме, получен лагранжиан взаимодействия электромагнитного поля со структурной микрочастицей с учётом ее электрической и магнитной поляризуемостей и приведены следствия из этого лагранжиана.

Следовательно, использование основных принципов теории поля, физическая интерпретация ее положений и результатов, последовательное изложение применяемого математического аппарата дает возможность студентам усвоить концепцию взаимодействий микрочастиц, овладеть основами описания физических процессов с помощью единой теории.

Литература

1. Hill, R. J. NRQED Lagrangian at order $1/M^4$ / R. J. Hill, G. Lee, G. Paz, M. P. Solon // Phys. Rev. D – 2013. – Vol. 87. – № 5. – P. 053017-1-13.
2. Anandan, J. S. Classical and quantum interaction of the dipole / J. S. Anandan // Phys. Rev. Lett. – 2000. – Vol. 85. – P. 1354-1357.
3. Belousova, S. A. Covariant description of the interaction of an electromagnetic field with hadrons, taking into account spin polarizabilities / S. A. Belousova, O. M. Deruzhkova, N. V. Maksimenko // Russ. Phys. J. – Vol. 43. – № 11. – 2000. – P. 905–908.

УДК 378.147+539.1+004.65

О. М. Дерюжкова¹⁾, И. А. Серенкова²⁾, С. Н. Сытова³⁾

¹⁾ г. Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

²⁾ г. Гомель, ГГТУ им. П. О. Сухого

³⁾ г. Минск, Институт ядерных проблем БГУ

РАЗРАБОТКА МАКЕТА ВЕБ-СТРАНИЦ ОСНОВНЫХ ЯДЕРНЫХ КОНСТАНТ

Учебная и научно-исследовательская деятельность как педагогов, так и обучающихся предполагает использование современных информационно-коммуникационных технологий. В настоящее время особенно актуальным является не только применение уже известных и доступных Интернет-ресурсов, но и разработка собственных, позволяющих наиболее полно отразить, собрать и накопить необходимую в каждом конкретном случае информацию с целью освоения образовательной программы. Работа по созданию тематической веб-страницы или сайта дает возможность педагогам и обучающимся продемонстрировать умения и навыки в области информационных технологий, а также, наполняя контентом сайт, приобрести базовые знания по изучаемому предмету.

Рассмотрим этапы разработки и главные компоненты макета сайта основных ядерных констант, которые используются в научных и учебных исследованиях в ядерной физике. Основной целью сайта является хранение и распространение данных о ядерных реакциях,