

ISSN 2616-6836

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

BULLETIN

of the L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

PHYSICS. ASTRONOMY Series

№1(122)/2018

1995 жылдан бастап шығады

Издается с 1995 года

Founded in 1995

Жылына 4 рет шығады

Выходит 4 раза в год

Published 4 times a year

Астана, 2018

Astana, 2018

Бас редакторы
ф.-м.ғ. докторы
А.Қ. Арынгазин (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары

А.Т. Ақылбеков, ф.-м.ғ.д., профессор
(Қазақстан)

Редакция алқасы

Алдонгаров А.А.	PhD (Қазақстан)
Балапанов М.Х.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Бахтизин Р.З.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Гиниятова Ш.Г.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Даулетбекова А.Қ.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Ержанов Қ.К.	ф.-м.ғ.к., PhD (Қазақстан)
Жұмаділов Қ.Ш.	PhD (Қазақстан)
Здоровец М.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Қадыржанов Қ.К.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Кайнарбай А.Ж.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Кутербеков Қ.А.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Лущик А.Ч.	ф.-м.ғ.д., проф. (Эстония)
Морзабаев А.К.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Мырзақұлов Р.Қ.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Нұрахметов Т.Н.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Сауытбеков С.С.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Тлеукенов С.К.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Қазақстан)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сатпаев к-сі, 2, 408 б.
Тел.: (7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген
А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігімен тіркелген.
27.03.2018ж. №16999-ж тіркеу куәлігі. Тиражы: 30 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі, 12/1,
тел.: (7172)709-500 (ішкі 31-428)

Главный редактор
доктор ф.-м.н.
А.К. Арынгазин (Казахстан)

Зам. главного редактора

А.Т. Акылбеков, доктор ф.-м.н.
профессор (Казахстан)

Редакционная коллегия

Алдонгаров А.А.	PhD (Казахстан)
Балапанов М.Х.	ф.-м.н., проф. (Россия)
Бахтизин Р.З.	ф.-м.н., проф. (Россия)
Гиниятова Ш.Г.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Даулетбекова А.К.	кандидат ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Ержанов К.К.	кандидат ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Жумадилов К.Ш.	доктор PhD (Казахстан)
Здоровец М.	к.ф.-м.н. (Казахстан)
Кадыржанов К.К.	ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Кайнарбай А.Ж.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Кутербеков К.А.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Лущик А.Ч.	ф.-м.н., проф. (Эстония)
Морзабаев А.К.	кандидат ф.-м.н. (Казахстан)
Мырзакулов Р.К.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Нурахметов Т.Н.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Сауытбеков С.С.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Тлеукенов С.К.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Казахстан)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, каб. 408
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка
А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия.
ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

Собственник РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

Тираж: 30 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажимукана, 12/1,

тел.: (7172)709-500 (вн. 31-428)

Editor-in-Chief
Doctor of Phys.-Math. Sciences
A.K. Aryngazin (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

A.T. Akilbekov, Doctor of Phys.-Math. Sciences,
prof. (Kazakhstan)

Editorial board

Aldongarov A.A.	PhD (Kazakhstan)
Balapanov M.Kh.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Russia)
Bakhtizin R.Z.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Russia)
Dauletbekova A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD (Kazakhstan)
Giniyatova Sh.G.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kadyrzhanov K.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Kainarbay A.Zh.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kuterbekov K.A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Lushchik A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Estonia)
Morzabayev A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Myrzakulov R.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Nurakhmetov T.N.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Sautbekov S.S.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Tleukenov S.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, prof. (Kazakhstan)
Useinov A.B.	PhD (Kazakhstan)
Yerzhanov K.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD(Kazakhstan)
Zdorovets M.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Zhumadilov K.Sh.	PhD (Kazakhstan)

Editorial address: 2, Satpayev str., of.408, Astana, Kazakhstan, 010008
Tel.: (7172) 709-500 (ext. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Responsible secretary, computer layout:
A.Nurbolat

Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. PHYSICS. ASTRONOMY Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan. Registration certificate №16999-ж from 27.03.2018. Circulation: 25 copies

Address of printing house: 12/1 Kazhimukan str., Astana, Kazakhstan 010008;
tel.: (7172) 709-500 (ext. 31-428)

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

№1(122)/2018

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

<i>Ақылбеков А.Т., Бижанова С.Б., Баубекова Г.М., Карипбаев Ж.Т.</i> «Таза» кристалдардың импульстік катодолюминесценция спектрлері	8
<i>Ахметова Г.А.</i> DVB-T және DVB-T2 жерсеріктік эфирлік хабар тарату желісінің қамту аймағын анықтаудың стандарттары мен әдіснамасын салыстыру	13
<i>Алдонгаров А.А., Асылбекова А.М., Иргібаева И.С., Ермекова Ж.К.</i> Родамин бояғышы мен CdS кластерлерінің кешендерінде электрондық ауысулардың табиғатын анықтау	19
<i>Бекова Г.Т., Уалиханова У.А., Есмаханова К.Р.</i> (2+1)-комплекті модификациялан Кортевег–де Фриз және Максвелл–Блох теңдеулерінің сақталу заңдары	28
<i>Борзев Д.Б., Здоровец М.В., Козловский А.Л.</i> Сыртқы факторлардың әсерінен металл наноқұрылымдарының құлдырауын зерттеу	33
<i>Қадыржанов Д.Б., Здоровец М.В., Козловский А.Л., Петров А.В.</i> Zn нанотүтікшелерінің құрылымдық қасиеттеріне сәулелендіру әсерін зерттеу	40
<i>Калиекперов М.Е., Козловский А.Л., Қадыржанов К.К.</i> Полимерлік матрицалар негізінде иондаушы сәуледен жұқа қорғаныш жабындарын синтездеу	46
<i>Жасыбаева М.Б., Нугманова Г.Н.</i> Интегралданатын Фокас-Ленэллстың теңдеуіне эквивалентті спиндік жүйе	53
<i>Есмаханова К.Р., Жубаева Ж.С., Топеева С.Қ.</i> (1+1)-өлшемді локалды емес бейсызықты Шредингер теңдеуінің нақты шешімдері	58
<i>Мусабаева Г.К., Ақылбеков А.Т., Мусабаев К.К.</i> Атомдардың өздігінен сәуле шығаруы туралы	64
<i>Мурзалинов Д.О., Власукова Л.А., Пархоменко И.Н., Комаров Ф.Ф., Ақылбеков А.Т., Мудрый А.В., Рябикин Ю.А., Гиниятова Ш.Г., Даулетбекова А.К.</i> Азотпен имплантталған кремний нитридті қабықшаларының люминесценциясы	68
<i>Морзабаев А.К., Гиниятова Ш.Г., Шаханова Г.А., Алымханова К., Айданұлы Б., Махмұтов В.С.</i> Астана қаласының Жер беті маңындағы дозалық және электрлік сипаттамаларын талдау	75
<i>Даулетбекова А., Баймұханов З., Козловский А., Гиниятова Ш., Мурзагалиев М., Журкин Е., Наурызбаева Р.</i> SiO ₂ /Si тіректі темплэйт негізінде нанокөмізгітті материалдарды зерттеу және әзірлеу	82
<i>Даулетбекова А., Скуратов В., Маника И., Маникс Я., Забельс Р., Кирилкин Н., Ақылбеков А., Гиниятова Ш., Байжуманов М., Сейтбаев А., Кудайбергенова С.</i> Люминесценцияның өшуінің дислокациялану механизмі	91

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. Серия ФИЗИКА.

№1(122)/2018

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА	
<i>Акылбеков А.Т., Бижанова С.Б., Баубекова Г.М., Карипбаев Ж.Т.</i> Спектры импульсной катодолюминесценции «чистых» кристаллов	8
<i>Ахметова Г.</i> Сравнение стандартов и методика определения зоны покрытия сети цифрового наземного вещания DVB-T и DVB-T2	13
<i>Алдонгаров А.А., Асылбекова А.М., Иргибоева И.С., Ермекова Ж.К.</i> Определение природы электронных переходов в комплексах родаминового красителя и кластерах CdS	19
<i>Бекова Г.Т., Уалиханова У.А., Есмаханова К.Р.</i> Законы сохранения для (2+1)-мерных уравнений комплексно модифицированного Кортевега-де Фриза и Максвелла-Блоха	28
<i>Боржекков Д.Б., Здоровец М.В., Козловский А.Л.</i> Изучение деградации металлических наноструктур под действием внешних факторов	33
<i>Кадыржанов Д.Б., Здоровец М.В., Козловский А.Л.</i> Петров А.В, Исследование влияния облучения на структурные свойства Zn нанотрубок	40
<i>Калиекперов М.Е., Козловский А.Л., Кадыржанов К.К.</i> Синтез тонких защитных покрытий от ионизирующего излучения на основе полимерных матриц	46
<i>Жасыбаева М.Б., Нугманова Г.Н.</i> Спиновая система, эквивалентная интегрируемому уравнению Фокаса-Ленэллса	53
<i>Есмаханова К.Р., Жубаева Ж.С., Тапеева С.Қ.</i> Нелокальные нелинейные уравнения Шредингера и ее точные решения	58
<i>Мусабаева Г.К., Акылбеков А.Т., Мусабаев К.К.</i> К вопросу возникновения спонтанного излучения атомов	64
<i>Мурзалинов Д.О., Власукова Л.А., Пархоменко И.Н., Комаров Ф.Ф., Акылбеков А.Т., Мудрый А.В., Рябикин Ю.А., Даулетбекова А.К., Гиниятова Ш.Г.</i> Люминесценция пленок нитрида кремния, имплантированных азотом	68
<i>Морзабаев А.К., Гиниятова Ш.Г., Шаханова Г.А., Алимханова К., Айданұлы Б., Махмұтов В.С.</i> Анализ дозовых и электрических характеристик в приземном слое атмосферы г. Астаны	75
<i>Даулетбекова А., Баймуханов З., Козловский А., Гиниятова Ш., Мурзагалиев М., Журкин Е., Наурызбаева Р.</i> Разработка и исследование нанокompозитных материалов на основе трекового темплэйта SiO_2/Si	82
<i>Даулетбекова А., Скуратов В., Маника И., Маникс Я., Забельс Р., Кирилкин Н., Акылбеков А., Гиниятова Ш., Байжуманов М., Сейтбаев А., Кудайбергенова С.</i> Дислокационный механизм затухания люминесценции	91

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY.
PHYSICS.ASTRONOMY SERIES

№1(122)/2018

CONTENTS

PHYSICS

<i>Akylbekov A.T., Bizhanova S.B., Baubekova G.M., Karipbayev Zh.T.</i> The pulsed cathodoluminescence spectra of "pure" crystals	8
<i>Akhetmetova G.</i> Comparison of standards and methodology of determining the coverage area of the digital terrestrial broadcasting network DVB-T and DVB-T2	13
<i>Aldongarov A.A., Assilbekova A.M., Irgibaeva I.S., Ermekova Zh.K.</i> Determination of the nature of electronic transitions in the complexes of rhodamine dye and CdS clusters	19
<i>Bekova G.T., Ualikhanova U.A., Yesmakhanova K.R.</i> Conservation laws of the (2+1)-dimensional complex modified Korteweg-de Vries and Maxwell-Bloch equations	28
<i>Borgekov D.B., Zdorovets M.V., Kozlovskiy A.L.</i> Study of the degradation of metallic nanostructures under the influence of external factors	33
<i>Kadyrzhanov D.B., Zdorovets M.V., Kozlovskiy A.L., Petrov A.V.</i> Investigation of the effect of irradiation on the structural properties of Zn nanotubes	40
<i>Kaliyekperov M.E., Kozlovskiy A.L., Kadyrzhanov K.K.</i> Synthesis of thin protective coatings from ionizing radiation based on polymer template	46
<i>Nugmanova G.N., Zhassybayeva M.B.</i> Spin system equivalent to the integrable Fokas-Lenells equation	53
<i>Yesmakhanova K.R., Zhubaeva Zh.S., Tapeyeva S.K.</i> Exact solutions of the (1+1)-dimensional nonlocal nonlinear Schrodinger equation	58
<i>Musabayeva G.K., Akylbekov A.T., Musabayev K.K.</i> On the origin of spontaneous emission of atoms	64
<i>Murzalinov D.O., Vlasukova L.A., Parkhomenko I.N., Komarov F.F., Akilbekov A.T., Mudryi A.V., Ryabikin Yu.A., Giniyatova Sh.G., Dauletbekova A.K.</i> The photoluminescence of nitrogen-implanted silicon nitride films	68
<i>Morzabaev A.K., Giniyatova Sh.G., Shakhanova G.A., Alimkhanova K., Aidanuli B., Makhmutov B.S.</i> Analysis of dose and electrical characteristics in the underground layer of astana atmosphere	75
<i>Dauletbekova A., Baymukhanov Z., Kozlovskii A., Giniyatova Sh., Murzagaliyev M., Zhurkin E., Nauryzbaeva P.</i> Development and research for nanocomposite materials based on track templates of SiO_2/Si	82
<i>Dauletbekova A., Skuratov V., Manika I., Maniks J., Zabels R., Kirilkin N., Akilbekov A., Giniyatova Sh., Baizhumanov M., Seitbayev A., Kudaibergenova S.</i> Dislocation mechanism of fading of luminescence intensity	91

Г.К. Мусабаева, А.Т.Акылбеков, К.К. Мусабаев

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
(E-mail: gmusabayeva@mail.ru)*

К вопросу возникновения спонтанного излучения атомов

Аннотация: В данной работе рассматривается вопрос о спонтанном излучении атомов. В нерелятивистской квантовой механике ищется только вероятность этого излучения, а физическая сторона этого процесса не рассматривается. Поэтому мы обратились к квантовой электродинамике, которая, в частности, полагает, что существует физический вакуум, состоящий из виртуальных квантов. Сделана попытка построить качественную картину возникновения спонтанного излучения атомов как следствие воздействия на электрон, находящегося в одном из возбуждённых дискретных состояний атома.

Ключевые слова: атом, электрон, виртуальный квант, реальный квант, физический вакуум, энергетическое состояние, электромагнитное поле

Теоретическая часть. В нерелятивистском случае квантование свойств связанных электронов мы производим на основе уравнения Шрёдингера, а релятивистском случае - на основе уравнения Дирака [1]. Как известно [2], установление понятия реального фотона, испускаемого квантовыми системами, осуществляют, сопоставляя уравнения Максвелла-Лоренца с уравнением Шрёдингера.

Математический аппарат этого "установления" может, оказаться, довольно сложным для молодого читателя, поэтому для связности изложения мы вынуждены привести, хотя бы вкратце, соответствующие сведения, используя, например, [2].

Итак, подвергают преобразованию Фурье векторы напряжённости электромагнитного поля E и H , и в конечном итоге переходят к гамильтониану

$$H = \int (f_k k f_k^*) dk = k \int (f_k f_k^*) dk = \omega. \quad (1)$$

Здесь согласно условию нормировки положено, что

$$\int (f_k k f_k^*) dk = 1. \quad (2)$$

Импульс электромагнитного поля

$$P = \int (f_k k f_k^*) dk. \quad (3)$$

В случае монохроматического излучения это соотношение описывает импульс одного фотона. Здесь мы имеем прямую аналогию с формализмом Шрёдингера. Поэтому векторные функции $f_k k f_k$, $f_k k f_k^*$ можно интерпретировать как векторные волновые функции электромагнитного поля в пространстве волновых векторов. Согласно квантовой механике среднее значение гамильтониана определяется как

$$\langle H \rangle = \int \int (f_k w f_k^*) dk. \quad (4)$$

где w - гамильтониан в импульсном пространстве. Система функций $f_{p\mu}(k, t) = f_{p,e(\mu)}(k, t)$ является полной ортонормированной, по которой может быть разложена произвольная волновая функция фотона f_k .

Векторы напряжённости поля определяются как: электрического -

$$\mathfrak{E}_p = i \frac{\omega}{2V} e^{(\mu)} e^{i(pr-\omega t)}, \quad (5)$$

магнитного -

$$H_{p\mu} = i \sqrt{\frac{\omega}{2V}} [pe(\mu)/p] e^{i(pr-\omega t)}. \quad (6)$$

Потенциалы имеют следующий вид:

$$A = A + A^*, \varphi = \phi + \phi^* \quad (7)$$

$$A = \frac{1}{\sqrt{2V\omega}}(e^\mu + Cn)e^{i(pr-\omega t)} \quad (8)$$

$$\phi_p = \frac{1}{\sqrt{2V\omega}}Ce^{i(pr-\omega t)} \quad (9)$$

Заметим, что фотон не удаётся описать в координатном пространстве, т.к. его нельзя локализовать на расстоянии δr , меньшем половины длины волны. Соответственно, фотон нельзя представить в терминах функций $f(r, t)$, т.е. задать в точке r в произвольный момент времени t .

Качественная картина спонтанного перехода. Чтобы прийти к понятию реального фотона, испускаемого спонтанным образом квантовыми системами, находящимися в стационарных состояниях (не прибегая к вышеприведённым сложным понятиям), рассмотрим один качественный способ. Это и является основной целью настоящей работы.

Вообразим себе квантовую систему, которая может находиться в любом из стационарных энергетических состояний, в которых квантовая замкнутая система может существовать сколь угодно долго.

А теперь попытаемся понять, почему возбуждённые состояния атома не сохраняют свою энергию сколь угодно долго. Ведь нерелятивистская квантовая механика утверждает, что возбуждённые состояния атома есть его точные стационарные состояния. (Т.е. состояния, сохраняющие свои положенные энергии, определяемые уравнением Шрёдингера и требованием конечности волновой функции атома во всём пространстве.)

Причину несохранения энергий состояний атома усматривают в том, что в пустоте всегда есть физический вакуум, т.е. электромагнитное поле, находящееся в наинизшем энергетическом состоянии $W = \sum_k^\lambda \omega_k \frac{1}{2}$, с которым взаимодействует атом.

Это взаимодействие приводит к тому, что состояния атома лишаются своей стационарности. Энергия виртуального кванта - минимально-возможная для электромагнитного поля. Поэтому при столкновении с электроном он не может передать ему часть своей энергии. Но и принять энергию от электрона он тоже не может, так как энергия столкновения настолько незначительна, что для виртуального кванта этого совершенно недостаточно, чтобы выйти из состояния фотонного вакуума.

Но будем считать, что этой "встряски" достаточно для того, чтобы "снять квантовомеханический запрет" на скачкообразный переход электрона, в данном случае из n -состояния в m -состояние с меньшей энергией атома.

Действие на электрон отдельного виртуального кванта инициирует возникновение потенциальной возможности [1] скачкообразного перехода атома с одного дискретного состояния в другое дискретное состояние. Под действием же многих виртуальных квантов электрон находится как бы в дрожащем состоянии. В какой-то момент времени (совершенно случайный) фазы дрожаний электрона могут оказаться близкими друг другу.

Реализация этой потенциальной возможности в действительный скачкообразный переход атома мы рассматриваем как следствие близости фаз дрожаний электрона в какой-то произвольный момент времени и, кроме того, существования принципа минимума энергии. В результате наложения этих двух факторов атом мгновенно "устремляется" к состоянию с меньшей энергией, т.е. к E_1 . При этом он теряет энергию $E_2 - E_1 \approx -10 \text{ эВ} - (-)13,6 \text{ эВ} = 3,6 \text{ эВ}$.

Потерянная электроном энергия уносится в виде реального кванта γ с энергией $\epsilon = 3,6 \text{ эВ}$.

Допущение дрожаний электрона при его столкновениях с виртуальными квантами в купе с учётом принципа минимума энергии позволяет качественным образом обрисовать процесс возникновения спонтанного излучения реальных квантов электромагнитной энергии.

Квантовая электродинамика так характеризует этот процесс: время жизни данной системы в состоянии $|\alpha\rangle$ обратно пропорционально вероятности распада состояния $|\alpha\rangle$ в единицу времени. Момент распада (переход из данного состояния в другое состояние, с меньшей энергией) совершенно случайный.

Мы исключаем случаи доплер-эффекта и др., приводящие к уширению энергетического уровня. Поэтому у энергетического уровня нет естественной ширины, она равна нулю (что и отражается в существовании стационарных состояний, предсказываемых нерелятивистской квантовой механикой). Согласно соотношению неопределённости время жизни системы на таких уровнях бесконечно велико.

Этого можно добиться, если температуру среды, где находится наш атом, сделать достаточно низкой, так, чтобы атом без учёта каких-то его "внутренних" процессов (типа столкновения электрона с виртуальным квантом) никак не мог перейти в состояние с меньшей энергией.

На языке квантовой электродинамики это означает, что существует конечная вероятность распада состояния $|\alpha\rangle$ в единицу времени. Величина, обратная этой вероятности есть время жизни данной системы в состоянии $|\alpha\rangle$, по истечении которого это состояние оказывается распавшимся, с испусканием реального фотона. Момент перехода из данного состояния в другое состояние, с меньшей энергией, совершенно случайный.

Напомним, что некоторые теоретические стороны квантово-электродинамического подхода мы вкратце рассмотрели в первой части настоящей работы.

Итак, сделана попытка построить качественную картину возникновения спонтанного излучения атомов.

Список литературы

- 1 Мусабаева Г.К., Акилбеков А.Т., Мусабаев К.К. Основания квантовой механики.- Астана: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2017. -437 с.
- 2 Ахиезер А.И., Берестецкий В.Б. Квантовая электродинамика. -М.: Наука, 1981. -432 с.

Г.К. Мусабаева, А.Т. Акылбеков, Қ.К. Мусабаев

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

Атомдардың өздігінен сәуле шығаруы туралы

Аннотация: Берілген жұмыста атомдардың өздігінен сәуле шығаруы туралы мәселелер қарастырылады. Релятивистік емес кванттық механикада мұндай сәуле шығару түрінің тек ықтималдығы ізделінеді, ал физикалық тарапын қарастырылмайды. Сондықтан, біз виртуалды кванттардан тұратын физикалық вакуум бар деп жорамалдайтын кванттық электродинамикаға жүгіндік. Атомның қоздырылған дискретті күйінде электронға әсер ету салдарынан атомдардың өздігінен сәуле шығаратынының сапалы көрінісін алуға әрекет жасалынды.

Түйін сөздер: атом, электрон, виртуалды квант, нақты квант, физикалық вакуум, энергетикалық күй, электромагниттік өріс.

G.K. Musabayeva, A.T. Akylbekov, K.K. Musabayev

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

On the origin of spontaneous emission of atoms

Abstract: In this paper the question of spontaneous emission of atoms is considered. In nonrelativistic quantum mechanics, only the probability of this radiation is sought, and the physical side of this process is not considered. Therefore, we turned to quantum electrodynamics, which, in particular, believes that there is a physical vacuum consisting of virtual quanta. An attempt is made to construct a qualitative picture of the spontaneous emission of atoms as a consequence of the influence on the electron, which is in one of the excited discrete state of the atom.

Keywords: atom, electron, virtual quant, real quant, physical vacuum, energy state, electromagnetic field.

References

- 1 Musabayeva, G.K., Akilbekov, A.T., Musabayev, K.K. Osnovaniya kvantovoy mehaniki, T. 2 (ENU, Astana, 2017). [in Russian]
- 2 Ahiezer A.I., Berestetskiy V.B. Kvantovaya elektrodinamika. (Nauka, Moscow, 1981).[in Russian]

Сведения об авторах:

Ақылбеков А.Т. - Физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, физика-техникалық факультетінің деканы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұхан көшесі 13, Астана, Қазақстан.

Мусабаева Г.К. - Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұхан көшесі 13, Астана, Қазақстан.

Мусабаев К.К. - Физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұхан көшесі 13, Астана, Қазақстан.

Akilbekov A. T. - Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Dean of the Department of Physics and Technical Sciences, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhymuhan str. 13, Astana, Kazakhstan.

Musabayeva G.K. - Eurasian National University of L.N. Gumilyov, Kazhymuhan str. 13, Astana, Kazakhstan.

Musabayev K.K. - Candidate of physical and mathematical sciences, Associated Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhymuhan str. 13, Astana, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017