

2. Лубяный В. Г., Бредихина Л. П., Шраго М. И. Криопротекторная активность олигомеров ОЭГ в низкотемпературном консервировании эритроцитов // Криобиология и криомедицина. – 1981. – Вып. 8. – С. 34–40.
3. Троц Ю. П., Николенко А. В., Компаниец А. М. Низкотемпературное консервирование эритроцитов с оксиэтильными производными глицерина // Пробл. криобиологии. – 2005. – **15**, № 4. – С. 727–728.
4. Компаниец А. М., Николенко А. В., Чеканова В. В., Троц Ю. П. Криоконсервирование эритроцитов под защитой олигомера оксиэтилированного глицерина ( $n = 25$ ) // Там же. – № 3. – С. 561–565.
5. Белоус А. М., Грищенко В. И. Криобиология. – Киев: Наук. думка, 1994. – 432 с.
6. Пиментел Дж., Мак-Клеллан О. Водородная связь. Пер. с англ. / Под ред. В. М. Чулановского. – Москва: Мир, 1964. – 464 с.
7. Животова Е. Н., Зинченко А. В., Чеканова В. В., Компаниец А. М. Термический анализ бинарных систем вода – оксиэтилированный глицерин (степень полимеризации  $n = 5$  и  $25$ ) при температурах ниже 273 К // Доп. НАН України. – 2006. – № 9. – С. 74–79.
8. Zhivotova E. N., Zinchenko A. V., Kuleshova L. G. et al. Physical states of aqueous solutions of oxyethylated glycerol with polymerization degree of  $n = 30$  at temperatures lower than 283 K // CryoLetters. – 2007. – **28**, No 4. – P. 261–270.
9. Besler B., Merz P., Kollman P. Atomic charges derived from semiempirical methods // J. Comput. Chem. – 1990. – **11**. – P. 431–439.
10. Schmidt M. W., Baldrige K. K., Boatz J. A. et al. General atomic and molecular electronic structure system // J. Comput. Chem. – 1993. – **14**. – P. 1347–1363.
11. Зацепина Г. Н. Свойства и структура воды. – Москва: Изд-во МГУ, 1974. – 168 с.
12. Денисов Г. С., Соколов Н. Д. Водородная связь // Хим. энциклопедия: В 5-ти т. Т. 1. – Москва: Сов. энциклопедия, 1988. – С. 402–404.
13. Jorgensen W. L., Chandrasekhar J., Madura J. D. et al. Comparison of simple potential functions for simulating liquid water // J. Chem. Phys. – 1983. – **79**. – P. 926–935.

Национальний фармацевтичний  
университет, Харків  
Інститут радіофізики і електроніки  
ім. А. Я. Усикова НАН України, Харків

Поступило в редакцію 18.12.2007

УДК 539.12

© 2008

Ю. М. Малюта, Т. В. Обиход, В. Н. Семенов

## Физика высоких энергий и гомологическая алгебра

(Представлено академиком НАН Украины В. М. Кунцевичем)

*This work is devoted to searches for a new physics beyond the standard model.*

1. Теория производных категорий — это математический аппарат теоретической физики высоких энергий. Объектами производных категорий являются комплексы когерентных пучков, описывающие браны, а морфизмами — отображения комплексов, описывающие открытые суперструны. Пространства модулей открытых суперструн описывают спектры элементарных частиц.

Цель работы — поиски новой физики за пределами стандартной модели.

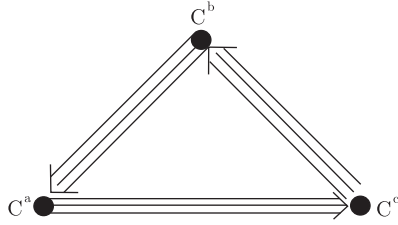


Рис. 1

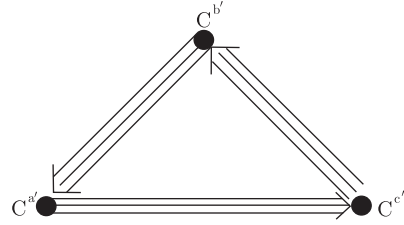


Рис. 2

**2. Категории и геликсы.** Производная категория  $D(\text{Coh}(X))$  над абелевой категорией  $\text{Coh}(X)$  когерентных пучков на алгебраическом многообразии  $X$  конструируется в три этапа [1]:

1) определяется категория комплексов  $C(\text{Coh}(X))$ , объектами которой являются комплексы когерентных пучков, а морфизмами — отображения комплексов;

2) определяется гомотопическая категория  $H(\text{Coh}(X))$ , объекты которой совпадают с объектами категории  $C(\text{Coh}(X))$ , а морфизмы получаются из морфизмов категории комплексов идентификацией по модулю гомотопической эквивалентности;

3) определяется производная категория  $D(\text{Coh}(X))$ , объекты которой совпадают с объектами категории  $H(\text{Coh}(X))$ , а морфизмы получаются из морфизмов гомотопической категории инвертированием всех квазиизоморфизмов.

Генераторами производных категорий являются геликсы [2]. Например, геликс для категории  $D(\text{Coh}(\mathbb{P}_n))$  имеет вид

$$\mathcal{R} = \{\mathcal{O}, \mathcal{O}(1), \dots, \mathcal{O}(n)\}.$$

Этот геликс описывает дробные браны, из которых можно строить другие браны.

Рассмотрим мутированный геликс [2]

$$\mathcal{S} = \{\Omega^n(n), \Omega^{n-1}(n-1), \dots, \Omega^0\}$$

на проективном многообразии  $\mathbb{P}_2$ . Производная категория, генерируемая геликсом  $\mathcal{S}$ , эквивалентна производной категории, генерируемой геликсом  $\mathcal{R}$ . Эта эквивалентность называется дуальностью Сейберга [3].

**3. Квивер.** Рассмотрим мутированный геликс

$$\{\Omega^2(2), \Omega^1(1), \Omega^0\}$$

на проективном многообразии  $\mathbb{P}_2$ . С этим геликсом ассоциированы комплекс Бейлинсона [2]

$$0 \longrightarrow \mathbb{C}^c \otimes \Omega^2(2) \longrightarrow \mathbb{C}^b \otimes \Omega^1(1) \longrightarrow \mathbb{C}^a \otimes \Omega^0 \longrightarrow 0$$

и квивер МакКея, изображенный на рис. 1 (квантовые числа  $a, b, c$  обозначают RR-заряды, характеризующие квивер).

**4. Пространство модулей суперструны.** Отобразим квивер  $Q$ , изображенный на рис. 1, в квивер  $Q'$ , изображенный на рис. 2. Это отображение описывает открытую суперструну, пространство модулей которой характеризуется Ext-группами [4]:

$$\begin{aligned} \text{Ext}^0(Q, Q') &= \mathbb{C}^{aa'+bb'+cc'}, & \text{Ext}^1(Q, Q') &= \mathbb{C}^{3ab'+3bc'+3ca'}, \\ \text{Ext}^2(Q, Q') &= \mathbb{C}^{3ba'+3cb'+3ac'}, & \text{Ext}^3(Q, Q') &= \mathbb{C}^{aa'+bb'+cc'}. \end{aligned} \tag{1}$$

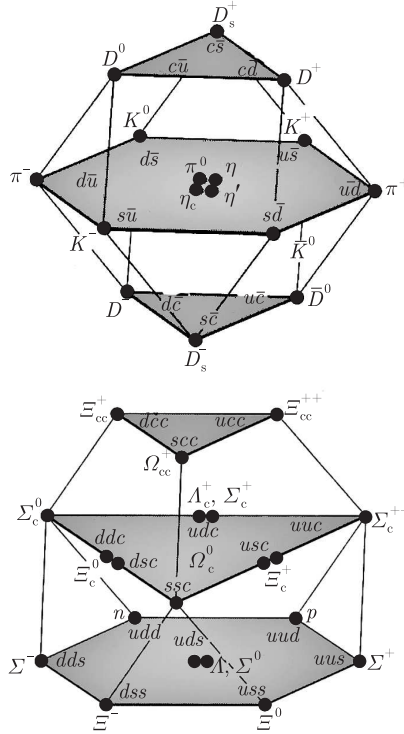


Рис. 3

Заметим, что элементами Ext-групп с четными степенями являются бозоны, а элементами Ext-групп с нечетными степенями — фермионы [5].

Если RR-заряды принимают значения

$$a = a' = b' = c' = 4, \quad b = c = 0,$$

то результат (1) согласуется со спектром мультиплетов открытой суперструны, полученным в [6]. Этот спектр имеет вид

$$\begin{aligned} & \mathbf{1}_0, \\ & \mathbf{4}_{-1/2} + \overline{\mathbf{4}}_{1/2}, \\ & \mathbf{15}_0 + \mathbf{6}_1 + \overline{\mathbf{6}}_{-1} + \mathbf{1}_0, \\ & \mathbf{20}_{1/2} + \overline{\mathbf{20}}_{-1/2} + \mathbf{4}_{3/2} + \overline{\mathbf{4}}_{-3/2} + \mathbf{4}_{-1/2} + \overline{\mathbf{4}}_{1/2}, \\ & \mathbf{20}_0 + \mathbf{6}_1 + \overline{\mathbf{6}}_{-1} + \mathbf{1}_2 + \overline{\mathbf{1}}_{-2} + \mathbf{1}_0. \end{aligned} \tag{2}$$

На рис. 3 приведены весовые диаграммы мультиплетов  $\mathbf{15}_0$  и  $\mathbf{20}_{1/2}$ . Эти диаграммы классифицируют мезоны и барионы по представлениям группы  $SU(4) \times U(1)$ . Остальные мультиплеты в (2) являются экзотическими.

1. Keller B. Introduction to A-infinity algebras and modules, math.RA/9910179.
2. Govindarajan S., Jayaraman T. D-branes, exceptional sheaves and quivers on Calabi-Yau manifolds: from Mukai to McKay, hep-th/0010196.

3. Herzog C. P. Seiberg duality is an exceptional mutation, hep-th/0405118.
4. Katz S., Pantev T., Sharpe E. D-branes, orbifolds and Ext groups, hep-th/0212218.
5. Gaiotto D., Strominger A., Yin X. Superconformal black hole quantum mechanics, hep-th/0412322.
6. Грин М., Шварц Дж., Виттен Э. Теория суперструн. Т. 1. – Москва: Мир, 1990. – 520 с.

Институт ядерных исследований  
НАН Украины, Киев  
Институт космических исследований  
НАН Украины, Киев

Поступило в редакцию 12.10.2007

УДК 539.188;537.186

© 2008

Академік НАН України **О. Б. Шпеник, А. Н. Завілопуло,  
А. С. Агафонова, Л. Г. Романова**

### **Мас-спектрометричні дослідження молекули глюкози**

*By using a domestic mass-spectrometer MK7304 A, we have studied the yield of ions due to the ionization, including the dissociative one, of molecules of glucose at various temperatures. In the energy region of incident electrons from 5 to 30 eV, we have determined both the energy dependences of the cross-sections of creation of ion-fragments and the thresholds of their creation.*

Підвищений інтерес до вивчення складних молекул традиційними методами фізики електронних зіткнень пояснюється виключною важливістю цих молекул для процесів, що відбуваються у живих організмах. Глюкоза належить до групи органічних сполук, що відіграють важливу роль в життєдіяльності організму, тому всебічне вивчення властивостей цієї молекули є актуальним. У нашій лабораторії мас-спектрометричним методом проводяться систематичні дослідження однократної та дисоціативної іонізації молекул електронним ударом та визначення їх порогів [1]. Саме в області порогових енергій іонізації проявляється багато аспектів атомної та молекулярної структури, які є визначальними в дисипації енергії при взаємодії електронів з багатоатомними молекулами.

Нами розроблена методика дослідження іонізації складних молекул за допомогою вітчизняного мас-спектрометра MX-7304 А. У представленій роботі наведено експериментальні результати дослідження виходу іонів внаслідок іонізації, в тому числі дисоціативної, молекули глюкози в результаті зіткнень з електронами. При цьому основна увага приділялася вивченню мас-спектрів при різних температурах. Експериментальна апаратура створена на базі монопольного мас-спектрометра MX-7304 А виробництва SELMI [2]. Як відомо, джерело іонів серійних мас-спектрометрів типу MX7304 А та MX7304AM — це джерело з іонізацією речовини в газовій фазі, яка здійснюється електронним ударом з осциляцією електронів у статичному електричному полі. Особливістю джерела є те, що частина електронів проникає в область, обмежену сітковим анодом (область іонізації), і частина з них, взаємодіючи з пробою, іонізують її. Інші електрони досягають протилежного боку анода