

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



4/10-74

P1 - 7557

Б-611

809/2-74

С.И.Биленькая, Ю.М.Казаринов, Л.И.Липидус

ГЛУБОКОНЕУПРУГОЕ
ЛЕПТОН-ПРОТОННОЕ РАССЕЙНИЕ
И μ -е УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

P1 - 7557

С.И.Биленькая, Ю.М.Казаринов, Л.И.Лapidус

ГЛУБОКОНЕУПРУГОЕ
ЛЕПТОН-ПРОТОННОЕ РАССЕЯНИЕ
И μ -е УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

Направлено в "Письма в ЖЭТФ"

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Summary

In order to check the μ -e universality at high energies and the momentum transfer the statistical analysis of both μ -p and e-p deep inelastic interaction was made.

Differential cross sections for deep inelastic scattering of leptons are given in (1) with the help of the structure functions W_1 and W_2 . For νW_2 in the region of the final hadronic mass $W \geq 2.3 Ge$ expression (5) is suggested. The functions $2M W_1$ and νW_2 are connected by means of (2) where R is given in (4) and ω in (3). For the ratio R in our analysis different parametrizations (6)-(9) were considered. Relation (10) corresponds very well to experimental data. By using parametrization similar to that of ref.^{/10/} for W_1 and W_2 we have found parameter values from the condition of the minima of functional (11). Here $\sigma_i^{theor.}$ is given in (1), $\sigma_{i,k}^{exp.}$ is differential cross section at the i-point measured in the k-experiment, $\Delta_{i,k}$ is the error in $\sigma_{i,k}^{exp.}$ and N_i is the normalizing coefficient. In our analysis we take $N_e = 1$, and N_μ for μ -p was varied. The values of parameters which determine the proton structure functions W_1 and W_2 are listed in the Table. The dependence of νW_2 from ω under condition (10) is shown in Fig. 1.

Our conclusions are as follows:

1. Data on μ -p^{/1/} and e-p^{/2,3/} are in accordance if the renormalization of μ -p data is allowed.
2. The values of the coefficients a_i and c_i from μ -p and e-p data coincide within errors with the values of these parameters obtained in ref.^{/10/} on the basis of e-p data only.
3. The value of N_μ does not depend within errors on parametrization for R .
4. Apparent difference in cross sections for μ -p and e-p deep inelastic scattering is due probably to systematic errors and does not indicate deviation from the μ -e universality. Further μ -p experiments are desirable.

В настоящей заметке излагаются результаты совместного анализа данных по глубоконеупругому μ -p рассеянию, полученных в работе^{/1/}, и данных группы SLAC-MIT^{/2,3/} по глубоконеупругому e-p рассеянию. Основная цель анализа - проверка μ -e универсальности.

Наиболее точная проверка μ -e универсальности в области малых энергий достигнута в экспериментах по измерению $g-2$ ^{/4/}. Данные этих экспериментов согласуются с результатами теории с точностью до поправок шестого порядка по e . При высоких энергиях μ -e универсальность проверялась в опытах по образованию лептонных пар γ -квантами на ядрах^{/5/}, в экспериментах на встречных e^+e^- пучках^{/6/} и в опытах по упругому лептон-протонному рассеянию^{/7,8/}. Сечения упругого μ -p рассеяния, полученные в работах^{/7,8/}, лежат ниже сечений упругого e-p рассеяния в соответствующих точках. Однако, как показано в работах^{/7,9/}, эта разница может быть устранена перенормировкой сечений и связана, по-видимому, с систематическими ошибками.

Наибольшие квадраты переданных импульсов q^2 достигнуты в экспериментах по глубоконеупругому μ -p и e-p рассеянию^{/1,2,3/}. Сравнение этих данных с целью проверки μ -e универсальности представляет большой интерес.

Данные работы^{/1/} по μ -p -рассеянию получены при импульсе μ -мезонов 12 ГэВ/с и $q^2 \leq 4$ /ГэВ/с². Сечения e-p рассеяния измерены^{/2,3/} при энергии электронов до 20 ГэВ и $0,25$ /ГэВ/с² $\leq q^2 \leq 19,72$ /ГэВ/с². В работе^{/1/} для сравнения сечений глубоконеупругого μ -p и e-p -рассеяния проводилась экстраполяция данных^{/2,3/} в область μ -p -данных^{/1/}.

В настоящей работе применяется другой метод сравнения сечений глубоконеупругого μ -р-е-р рассеяния.

Сечение рассеяния лептонов протонами в случае, если массой лептонов можно пренебречь, имеет вид /л.с./

$$\frac{d^2\sigma}{d\Omega dE'} = \frac{a^2}{4E^2 \sin^4 \theta/2} \cos^2 \theta/2 [W_2 + 2W_1 \operatorname{tg}^2 \theta/2]. \quad /1/$$

Здесь E и E' - начальная и конечная энергии лептона, θ - угол рассеяния лептона, величины W_1 и W_2 характеризуют адронную часть процесса и зависят в общем случае от скаляров q^2 и $\nu = E - E'$. Функции $2MW_1$ и νW_2 связаны следующим общим соотношением

$$2MW_1 = \omega \nu W_2 \frac{1 + q^2/\nu^2}{1 + R}. \quad /2/$$

Здесь

$$\omega = \frac{2M\nu}{q^2} \quad /3/$$

$$R = \frac{\sigma_S}{\sigma_T}, \quad /4/$$

где σ_S и σ_T - полные сечения поглощения виртуального фотона с продольной и поперечной поляризациями протоном.

В работе /10/ мы проанализировали все имеющиеся данные по глубоконеупругому e - p рассеянию. Было показано, что в области $W \geq 2,3 \text{ ГэВ}$ / W - масса конечной адронной системы/ данные хорошо описываются, если для νW_2 принять выражение

$$\nu W_2 = \sum_{i=0} a_i \left(1 - \frac{1}{\omega}\right)^{i+3} \quad /5/$$

Данные могут быть описаны при различных параметриза-

циях R . Были рассмотрены следующие, отвечающие разным моделям, выражения:

$$R = c_1 q^2 / M^2 \quad /6/$$

$$R = c_2 q^2 / W^2 \quad /7/$$

$$R = c_3 q^2 / 2M\nu \quad /8/$$

$$R = \text{const.} \quad /9/$$

Результаты экспериментов по e - p рассеянию хорошо описываются также, если предположить, что имеет место соотношение

$$2MW_1 = \omega \nu W_2 (1 + c_4 / \omega)^{-1}, \quad /10/$$

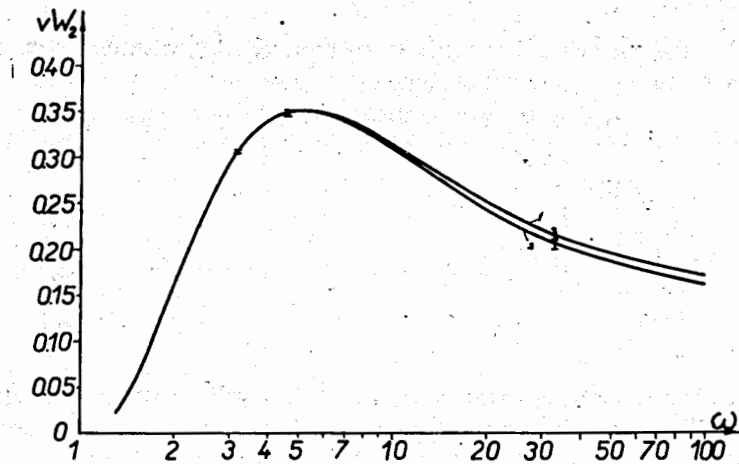
совпадающее при достаточно большом ω с соотношением Коллана-Гросса /11/. Было показано, что в случаях /6/, /7/, /8/, /10/ достаточно считать отличными от нуля a_0 и a_2 , а при $R = \text{const} - a_0 a_1, a_2$.

Совместный анализ данных по μ -р e - p рассеянию проводился при тех же, что и в /10/, параметризациях структурных функций. Параметры находились из условия минимума функционала

$$\chi^2 = \sum_k \sum_i \frac{1}{\Delta_{ik}^2} (\sigma_{i,k}^{\text{эксп.}} - N_k \sigma_i^{\text{теор.}})^2, \quad /11/$$

где $\sigma_{i,k}^{\text{эксп.}}$ - дифференциальное сечение в i -ой точке, измеренное в k -том эксперименте, $\Delta_{i,k}$ - ошибка $\sigma_{i,k}^{\text{эксп.}}$, $\sigma_i^{\text{теор.}}$ - сечение, даваемое выражением /1/, а N_k - нормы. Мы будем считать, что $N_e = 1$, а N_μ - варьируемый параметр. Значения полученных нами параметров приведены в табл. 1. На рис. 1 представлена зависимость функции νW_2 от ω в случае, когда структурные функции связаны соотношением /10/.

В результате совместного анализа данных работ /1-3/ мы приходим к следующим заключениям:



Функция vW_2 . Кривая 1 получена из анализа e -р и μ -р данных, кривая 2 - из e -р данных.

1. Данные по глубоконеупругому μ -р-рассеянию, полученные в работе /1/, совместимы с данными по глубоконеупругому e -р рассеянию [2,3], если произвести перенормировку μ -р данных.

2. Значение нормы N_μ не зависит /в пределах ошибок/ от параметризации R^* .

3. Значения коэффициентов a_1 и c_1 , полученные в результате совместного анализа μ -р и e -р данных, совпадают в пределах ошибок со значениями соответствующих коэффициентов, полученных в работе /10/ при анализе данных по e -р рассеянию /в последней строке таблицы приведены значения параметров, полученные из анализа e -р данных/.

4. Имеющаяся разница в сечениях глубоконеупругого μ -р и e -р рассеяния, по-видимому, связана с систематическими ошибками и не указывает на отклонение от μ - e универсальности.

Отметим, что найденное нами значение нормы N_μ отличается от соответствующей величины, полученной в работе /1/ методом экстраполяции.

Результаты совместного анализа данных по глубоконеупругому μ -р и e -р рассеянию

	a_0	a_1	a_2	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	X^2/X^2	N_μ
$R = c_1^2/M^2$	$1,62 \pm 0,02$	-	$-1,48 \pm 0,02$	$c_1 = 0,038 \pm 0,004$	$188/182$	$0,840 \pm 0,017$				
$R = c_2^2/W^2$	$1,64 \pm 0,02$	-	$-1,50 \pm 0,02$	$c_2 = 0,46 \pm 0,05$	$204/182$	$0,850 \pm 0,017$				
$R = c_3^2/2M^2$	$1,65 \pm 0,02$	-	$-1,51 \pm 0,02$	$c_3 = 0,90 \pm 0,09$	$204/182$	$0,838 \pm 0,016$				
$R = \text{const.}$	$1,22 \pm 0,06$	$0,99 \pm 0,16$	$-2,07 \pm 0,10$	$R = 0,23 \pm 0,03$	$223/181$	$0,827 \pm 0,017$				
$2M^2 = \omega^2 W^2 (1 + c_4/\omega)^{-1}$	$1,66 \pm 0,02$	-	$-1,53 \pm 0,02$	$c_4 = 0,69 \pm 0,08$	$222/182$	$0,838 \pm 0,016$				
$2M^2 = \omega^2 W^2 (1 + c_5/\omega)^{-1}$	$1,64 \pm 0,02$	-	$-1,50 \pm 0,02$	$c_5 = 0,63 \pm 0,09$	$162/150$	-				

В заключение авторы выражают благодарность С.М.Биленькому за полезные обсуждения рассмотренных здесь вопросов.

Литература

1. T.J.Braunstein, W.L.Lakin, F.Martin, M.L.Perl, W.T.Toner, T.F.Zipf. *Phys.Rev.*, D6, 106, 1972.
2. E.D.Bloom, D.H.Coward, H.Destaebler, J.Drees, G.Miller, L.W.Mo, R.E.Taylor, M.Breidenbach, J.I.Friedman, G.C.Hartmann, H.W.Kendall. *Phys.Rev., Lett.*, 23, 930 (1969).
3. G.Miller, E.D.Bloom, G.Buschhorn, D.H.Coward, H.Destaebler, J.Drees, C.L.Jordan, L.W.Mo, R.E.Taylor, J.I.Friedman, G.C.Hartmann, H.W.Kendall, R.Verdier. *Phys.Rev.*, D5, 528 (1972).
4. J.Batley, W.Bartl, G.Von Bochmann, R.C.A.Brown, F.J.M.Farley, M.Giesch, H.Jostlein, S.Van der Meer, E.Pikasso, R.W.Williams. *Nuovo Cim.*, vol. 9A, 369 (1972).
5. S.Hayes, R.Imlay, P.M.Joseph, A.S.Keizer, J.Knowles, P.C.Stein. *Phys.Rev. Lett.*, 22, 1134 (1969).
6. V.Alles-Borelli, M.Bernardini, D.Bollini, P.L.Brunini, E.Fiorentino, T.Massam, L.Monari, F.Palmonari, A.Zichichi. *Nuovo Cim.*, vol. 7A, 330 (1972).
7. L.Camilleri, J.H.Christenson, M.Cramer, L.M.Lederman, Y.Nagashima, T.Yamanouchi. *Phys.Rev.Lett.*, 23, 153 (1969).
8. R.W.Ellsworth, A.C.Melissinos, J.H.Tinlot, H.von Briesen, T.Yamanouchi, L.M.Lederman, M.J.Tannenbaum, R.L.Cool, A.Maschke. *Phys.Rev.*, 165, 1449 (1968).
9. С.И.Биленькая, Ю.М.Казаринов, Л.И.Лapidус. *ЖЭТФ*, 61, 2225, 1971.
10. S.I.Bilenkaya, S.M.Bilenky, Yu.M.Kazarinov, L.I.Lapidus. *JINR, E1-7275, Dubna, 1973.*
11. C.G.Gallan, D.J.Gross. *Phys.Rev.Lett.*, 22, 156 (1969).

Рукопись поступила в издательский отдел
16 ноября 1973 года.

Биленькая С.И., Казаринов Ю.М., Лapidус Л.И. P1 - 7557

Глубокоупругое лептон-протонное рассеяние
и μ - e -универсальность

С целью проверки μ - e универсальности проведен совместный анализ данных по глубокоупругому e - p и μ - p рассеянию. Показано, что эти данные совместимы, если произвести перенормировку сечений μ - p рассеяния.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1973

Bilenkaya S.I., Kazarinov Yu.M., Lapidus L.I. P1 - 7557

Deep Inelastic Lepton-Proton Scattering
and μ - e Universality

See the Summary on the reverse side of the title-page.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1973