

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-1726.90>

Volume 5, Number 333 (2020), 113 – 118

UDC 539.18

MRNTI 29.05.29

N.S. Pokrovskiy

Satbayev University, Institute of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: n_pokrovskiy@satbayev.university

TO THE QUESTION OF THE EXISTENCE OF CENTAURS - EVENTS IN COSMIC RAYS

Abstract. One of the first exotic phenomena observed in the 80s of the last century was an event registered by a calorimetric type installation. In this event, an anomalous relationship was observed between charged and neutral hadrons, arising from the collision of a high-energy particle with a carbon nucleus. In accordance with the principle of isotopic invariance, the number of neutral pions should be equal to the number of charged pions. The event, which was recorded by Japanese physicists, contained only charged pions with no neutral [1]. This event was named "Centaur".

Until now, such events have not been observed in accelerator experiments. The article presents the results of searching for such events in experiments at the DESY HERA collider. For the candidates for Centaur events and for all other events, constructed distributions by the type of fitability of charged tracks in CTD.

Since the absence of neutral particles in events is explained by methodological reasons, "Centaur" events were not detected in electron-proton interactions at the ZEUS facility.

Key words: centaur events, charged particles, plurality, ZEUS, anomalous event, cosmic rays.

In $e \pm p$ interactions obtained at the ZEUS facility (Hamburg, Germany), analysed the distributions over the multiplicity of charged particles, registered in the central track detector (CTD), and neutral, registered in the uranium calorimeter (CAL). An anomalously large number of events was detected in the range of charged particle multiplicity from 40 to 100, where the neutral component is factually absent. Figures 1-2 show the distributions of the multiplicity of neutral particles from the multiplicity of charged particles for exposure 07p, where this anomaly is clearly appears (shown by an arrow). A similar picture is observed for all other exposures (03, 04, 05, 06e and 06p).

A similar phenomenon has already been observed in cosmic rays. Thus, long-term measurements of the processes occurring with cosmic particles in the Earth's atmosphere, performed by various experimental methods, led to the discovery of a number of exotic phenomena that do not fit into the modern concept of interactions at high and ultrahigh energies. One of the first exotic phenomena observed in the 80s of the last century was an event recorded by a calorimetric type installation. In this event, an anomalous relationship observed between charged and neutral hadrons, arising from the collision of a high-energy particle with a carbon nucleus. In accordance with the principle of isotopic invariance, the number of neutral pions should be equal to the number of charged pions. The event, which was recorded by Japanese physicists, contained only charged pions with no neutral [1]. This event was named "Centaur". Further experiments with a similar technique performed in different collaborations (collaboration "Pamir" [2], Japanese-Brazilian collaboration [1], etc.), were aimed at finding such events. Table 1 shows the statistics of Centaur events accumulated over all these years.

Statistics of Centaur events accumulated in different experiments [1-3]

| Laboratories | Height m (g/cm ²) | Absorbers above cameras | Exposition m ² per year | Amount Centaur events |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Chacaltaya (Brazil-Japan) | 5200 (540) | 2-layer carbon | 300 | 8 |
| Pamir (USSR-Poland) | 4300 (600) or 4900 | carbon | 500 | 3 |
| Pamir (Russia-Japan) | 4300 | Carbon or thick plumbum | 530 | 2 |

The table shows that the number of Centaur events is small. Thus, the discovery of this phenomenon remains questionable due to poor statistical availability. Until now, such events have not been observed in accelerator experiments. Nevertheless, it is planned to search for such events in experiments at the DESY HERA collider.

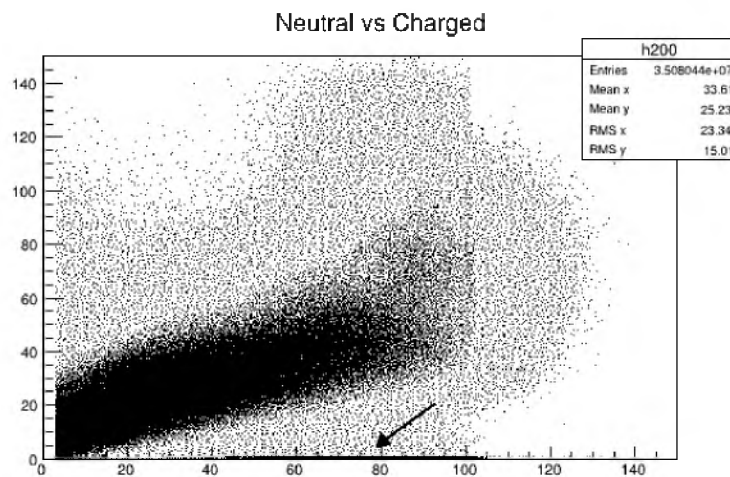


Figure 1 - Distribution of the multiplicity of neutral particles from the multiplicity of charged

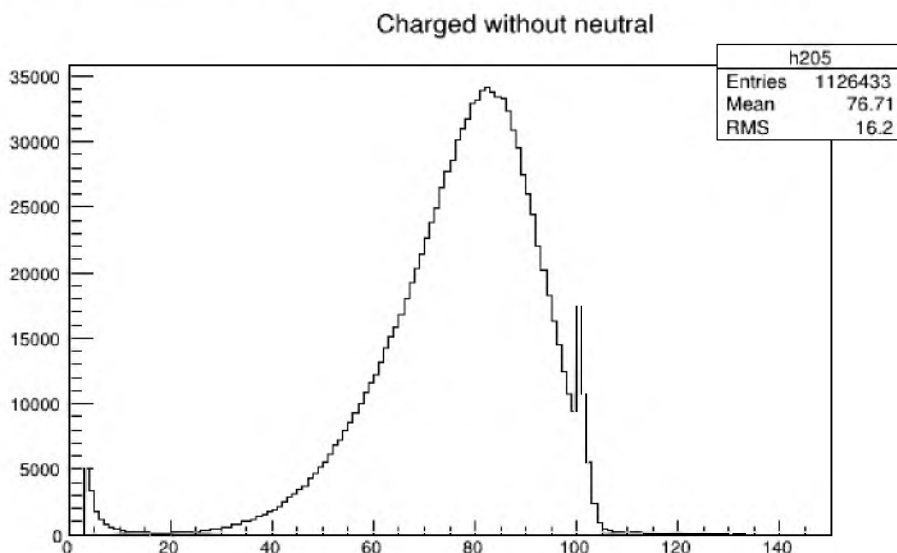


Figure 2 - Distribution of the multiplicity of charged particles for events without a neutral component

To check whether the appearance of Centaur events in $e \pm p$ interactions is connected with any methodological factors in the ZEUS setup, for candidates for Centaur events and for all other events, distributions were constructed by the type of fitability of charged tracks in CTD.

All charged tracks are divided into three categories: tracks fitted to the primary interaction vertex, tracks fitted to secondary vertices, and unfitted tracks. Figures 3 - 4 show the distributions by fit type for the Centaur event candidates and for all others. It can be seen that in the Centaur events, in comparison with the rest of the events, unfitted tracks predominate and a small proportion of tracks originating from the primary summit. From an analysis of the distributions over ionization losses dE / dx for unfitted tracks it follows, that the main source of their appearance should be considered secondary interactions in the materials of the detector components, since they exhibit an increased content of protons and even a significant amount of deuterons.

About half of the Centaur event candidates have a primary apex located 80 cm from the central region of the detector, which makes it difficult to reliably register all particles, especially neutral ones in CAL.

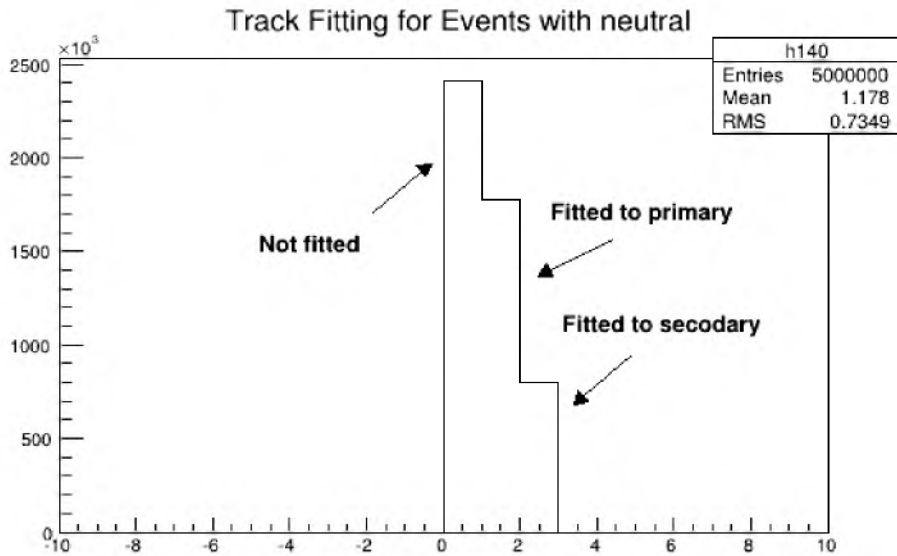


Figure 3 - Distributions by fit type of tracks for events with a neutral component

To neutralize methodological factors that may affect the appearance of Centaur events in $e \pm p$ interactions for analyzed events were subject to the following conditions:

- in all events unfit tracks removed;
- were taken into account only the events with a primary vertex in the region $|Z_{up}| < 50$ cm.

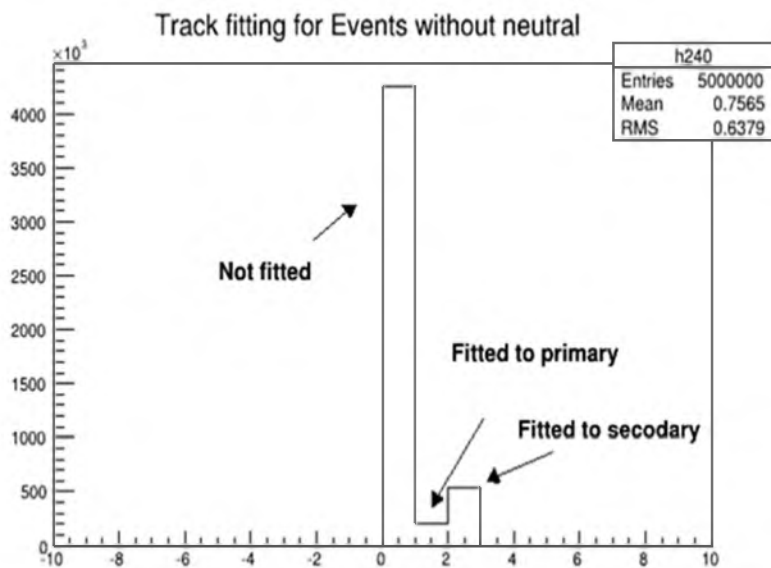


Figure 4 - Distributions by the type of track fit for candidates in Centaur Events

Figures 5 - 6 show the distribution by the number of such events without a neutral component from the multiplicity of charged particles in the usual and logarithmic scales.

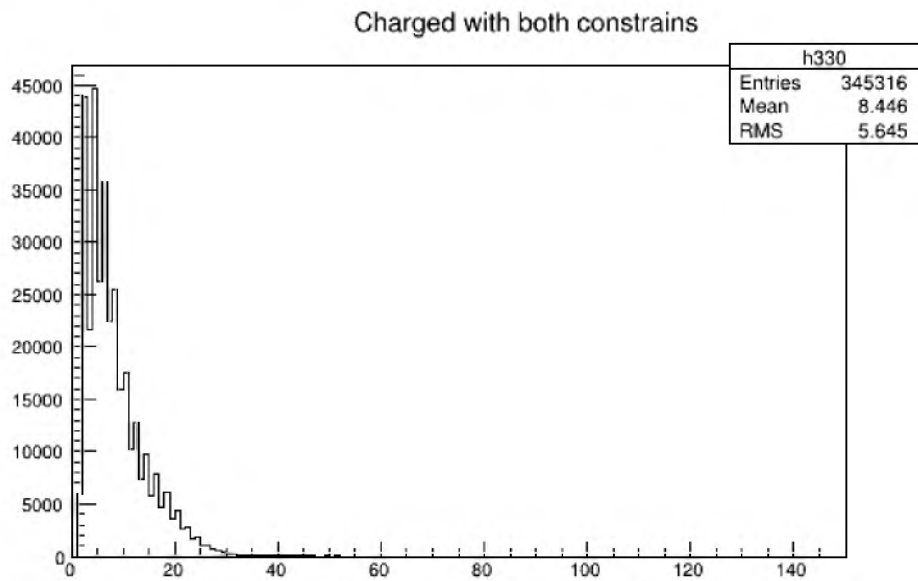


Figure 5 - Distribution of charged particles for events without neutral component

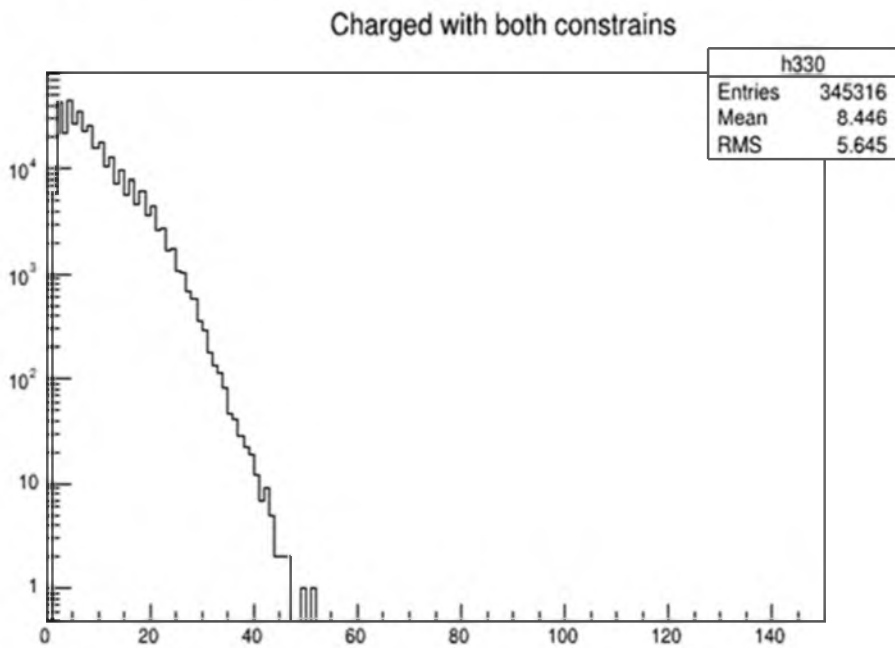


Figure 6 - Distribution of charged particles for events without neutral component

Conclusion. With increasing multiplicity, there is a natural exponential decline in the number of events and no anomalies appear. Thus, no events detected in electron-proton interactions at the ZEUS "Centaur", since the absence of neutral particles in events is explained by methodological reasons.

Acknowledgement. The presented work carried out within the framework of the grant project AP05131547 «Investigation of decays of charmed baryons and hidden charm mesons produced in $e^+ - p$ interactions» financed from the Republican budget.

Н. С. Покровский

Satbayev University, «Физика-техника институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

ҒАРЫШ СӘУЛЕСІНДЕ КЕНТАВР – ОҚИҒАЛАРДЫҢ БОЛУ МӘСЕЛЕСІ

Аннотация. Өткен ғасырдың 80-жылдары байқалған алғашқы экзотикалық құбылыстардың бірі – калориметрлік типтегі кондырғымен тіркелген оқиға еді. Бұл оқиғада жоғары энергия бөлшегінің көміртегі ядросымен соқтығысуынан пайда болған зарядталған және бейтарап адрондар арасындағы қалыпты емес қатынас байқалды. Изотоптық инвариант принципіне сәйкес бейтарап пиондар саны зарядталған пиондар санына тең болуы керек. Жапон физиктері тіркеген оқиға бейтарап болмаған кезде тек зарядталған пиондарды қамтыды [1]. Бұл оқиға «Кентавр» деп аталды.

Кентавр саны – аз. Осылайша бұл құбылыстың ашылу жағдайы нашар қолжетімді статистикаға байланысты болғандықтан күмәнді. Осы уақытқа дейін мұндай оқиғалар үдеткіштегі эксперименттерде байқалмады. Дегенмен LHC коллайдеріндегі эксперименттерде осындай оқиғаларды іздеу жоспарлануда.

Кентавр оқиғаларының пайда болуы ZEUS кондырғысындағы кез-келген әдістемелік факторлармен e^+p өзара қатынасына байланысты еместігін тексеру үшін Кентавр оқиғаларына үміткерлер мен барлық басқа оқиғаларға STD-де зарядталған трекердің фитуляциялық түрі бойынша үлестірілді. Барлық зарядталған трек үш санатқа бөлінеді: өзара қатынастың бастапқы шыңына сілтеме жасалған трекер, екінші шыңға бекітілген және жетілмеген трекер. Иондандырылмайтын жолға dE/dx иондану шығыны бойынша бөлуді талдаудан олардың пайда болуының негізгі көзі детектор компоненттері материалдарындағы қайталама өзара қатынасты қарастырған жөн, өйткені олардан көп мөлшердегі протондар және дейтондардың да едәуір мөлшері байқалады.

Кентавр оқиғаларына үміткерлердің жартысына жуығы детектордың орталық аймағынан 80 см қашықтықта орналасқан бастапқы шыңға ие әрі бұл жағдай барлық бөлшекті, әсіресе, бейтарап бөлшекті CAL-да сенімді тіркеуді күрделендіреді. Кентавр оқиғаларының пайда болуына әсер етуі ықтимал әдістемелік факторларды теңестіру үшін e^+p өзара әрекеттесу талданған оқиғаларға келесі шарттар қойылды:

- барлық оқиғада жарамсыз трекер алынып тасталды;
- аумақта бастапқы шыңы бар оқиғалар ғана ескерілді / $Z_{\text{верш}} / < 50$ см.

Көптіктің жоғарылауы арқылы оқиға саны табиғи экспоненциалды төмендеген және ауытқу байқалмайды. Осылайша, ZEUS «Кентавр» кондырғысындағы электрон-протонның өзара қатынасындағы оқиғалар айқындалмады, себебі оқиғаларда бейтарап бөлшектердің болмауы әдістемелік себептерге байланысты.

Түйін сөздер: Кентавр-оқиғалар, зарядталған бөлшектер, еселік, ZEUS, аномальді оқиға, ғарыш сәулесі.

Н. С. Покровский

Satbayev University, ТОО «Физико-технический институт», Алматы, Казахстан

К ВОПРОСУ СУЩЕСТВОВАНИЯ КЕНТАВР – СОБЫТИЙ В КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧАХ

Аннотация. Одним из первых экзотических явлений, наблюдаемым в 80-х годах прошлого века, было событие, зарегистрированное установкой калориметрического типа. В этом событии наблюдалось аномальное соотношение между заряженными и нейтральными адронами, возникшими при соударении частицы высокой энергии с ядром углерода. В соответствии с принципом изотопической инвариантности количество нейтральных пионов должно равняться количеству заряженных пионов. Событие, которое было зарегистрировано японскими физиками, содержало только заряженные пионы при полном отсутствии нейтральных [1]. Это событие было названо «Кентавром».

Количество Кентавр-событий невелико. Таким образом, открытие данного явления остается под вопросом из-за плохой статистической обеспеченности. До настоящего времени такие события не наблюдались в экспериментах на ускорителях. Тем не менее, планируется поиск таких событий в экспериментах на коллайдере LHC.

Чтобы проверить, не связано ли появление Кентавр-событий в e^+p взаимодействиях с какими-либо методическими факторами в установке ZEUS, для кандидатов в Кентавр-события и для всех остальных событий были построены распределения по типу фитируемости заряженных треков в STD. Все заряженные треки делятся на три категории: треки, фитируемые к первичной вершине взаимодействия, треки, фитируемые к вторичным вершинам и нефитируемые треки. Из анализа распределений по ионизационным

потерям dE/dx для нефитируемых треков следует, что основным источником их появления следует считать вторичные взаимодействия в материалах компонент-детектора, так как в них наблюдается повышенное содержание протонов и даже значительное количество дейтонов.

Примерно половина кандидатов в Кентавр-событиях имеют первичную вершину, расположенную на расстоянии 80 см от центральной области детектора, что затрудняет надежную регистрацию всех частиц, особенно нейтральных в *CAL*. Чтобы нивелировать методические факторы, которые могут повлиять на появление Кентавр-событий в e^+p взаимодействиях на анализируемые события были наложены следующие условия:

- во всех событиях были удалены нефитируемые треки;
- учитывались только события, имеющие первичную вершину в области $|Z_{\text{верш}}| < 50$ см.

С увеличением множественности наблюдается естественный экспоненциальный спад числа событий и никаких аномалий не проявляется. Таким образом, в электрон-протонных взаимодействиях на установке ZEUS «Кентавр» события не обнаружены, поскольку отсутствие нейтральных частиц в событиях объясняется методическими причинами.

Ключевые слова: кентавровые события, заряженные частицы, множественность, ZEUS, аномальное событие, космические лучи.

Information about authors:

Nikolai Pokrovskiy – Senior Research Worker of High Energy Physics Laboratory, Satbayev University, Institute of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0003-1214-4936>

REFERENCES

- [1] Alexopoulos T. et al. (1988) Multiplicity dependence of the transverse-momentum spectrum for centrally produced hadrons in antiproton-proton collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV. *Phys.Rev.Lett.* 60: doi.org/10.1103/PhysRevLett.60.1622
- [2] Baiburina S.G., Borisov A.S. etc. (1984) Study of nuclear interactions in the energy range of 10^{14} - 10^{17} eV by the method of X-ray emulsion chambers in cosmic rays (experiment "Pamir") [Issledovaniye yadernykh vzaimodeystviy v oblasti energii 10¹⁴ - 10¹⁷ eV metodom rentgeno-emul'sionnykh kamer v kosmicheskikh luchakh (eksperiment "Pamir")] 154:3-141 (in Russ.).
- [3] M. Tamada (Kinki U., Osaka A. Ohsawa (Tokyo U., ICRR) (2000) A study of hadron Pb collisions through hadron-induced showers in thick lead chambers. *Nucl.Phys.B* 581: doi:10.1016/S0550-3213(00)00279-0