Observation of the antimatter helium-4 nucleus

The STAR Collaboration

H. Agakishiev[17], M. M. Aggarwal[29], Z. Ahammed[21], A. V. Alakhverdyants[17], I. Alekseev[15], J. Alford[18], B. D. Anderson[18], C. D. Anson[27], D. Arkhipkin[2], G. S. Averichev[17], J. Balewski[22], D. R. Beavis[2], N. K. Behera[13], R. Bellwied[43], M. J. Betancourt[22], R. R. Betts[7], A. Bhasin[16], A. K. Bhati[29], H. Bichsel[49], J. Bielcik[9], J. Bielcikova[10], B. Biritz[5], L. C. Bland[2], I. G. Bordyuzhin[15], W. Borowski[40], J. Bouchet[18], E. Braidot[26], A. V. Brandin[25], A. Bridgeman[1], S. G. Brovko[4], E. Bruna[52], S. Bueltmann[28], I. Bunzarov[17], T. P. Burton[2], X. Z. Cai[39], H. Caines[52], M. Calderon[4], D. Cebra[4], R. Cendejas[5], M. C. Cervantes[41], Z. Chajecki[27], P. Chaloupka[10], S. Chattopadhyay[47], H. F. Chen[37], J. H. Chen[39], J. Y. Chen[51], L. Chen[51], J. Cheng[44], M. Cherney[8], A. Chikanian[52], K. E. Choi[33], W. Christie[2], P. Chung[10], M. J. M. Codrington[41], R. Corliss[22], J. G. Cramer[49], H. J. Crawford[3], S. Dash[12], A. Davila Leyva[42], L. C. De Silva[43], R. R. Debbe[2], T. G. Dedovich[17], A. A. Derevschikov[31], R. Derradi de Souza[6], L. Didenko[2], P. Djawotho[41], S. M. Dogra[16], X. Dong[21], J. L. Drachenberg[41], J. E. Draper[4], J. C. Dunlop[2], L. G. Efimov[17], M. Elnimr[50], J. Engelage[3], G. Eppley[35], M. Estienne[40], L. Eun[30], O. Evdokimov[7], R. Fatemi[19], J. Fedorisin[17], R. G. Fersch[19], P. Filip[17], E. Finch[52], V. Fine[2], Y. Fisyak[2], C. A. Gagliardi[41], D. R. Gangadharan[5], F. Geurts[35], P. Ghosh[47], Y. N. Gorbunov[8], A. Gordon[2], O. G. Grebenyuk[21], D. Grosnick[46], S. M. Guertin[5], A. Gupta[16], W. Guryn[2], B. Haag[4], O. Hajkova[9], A. Hamed[41], L-X. Han[39], J. W. Harris[52], J. P. Hays-Wehle[22], M. Heinz[52], S. Heppelmann[30], A. Hirsch[32], E. Hjort[21], G. W. Hoffmann[42], D. J. Hofman[7], B. Huang[37], H. Z. Huang[5], T. J. Humanic[27], L. Huo[41], G. Igo[5], P. Jacobs[21], W. W. Jacobs[14], C. Jena[12], F. Jin[39], J. Joseph[18], E. G. Judd[3], S. Kabana[40],

K. Kang[44], J. Kapitan[10], K. Kauder[7], H. W. Ke[51], D. Keane[18], A. Kechechyan[17], D. Kettler[49], D. P. Kikola[32], J. Kiryluk[21], A. Kisiel[48], V. Kizka[17], S. R. Klein[21], A. G. Knospe[52], D. D. Koetke[46], T. Kollegger[11], J. Konzer[32], I. Koralt[28], L. Koroleva[15], W. Korsch[19], L. Kotchenda[25], V. Kouchpil[10], P. Kravtsov[25], K. Krueger[1], M. Krus[9], L. Kumar[18], P. Kurnadi[5], M. A. C. Lamont[2], J. M. Landgraf[2], S. LaPointe[50], J. Lauret[2], A. Lebedev[2], R. Lednicky[17], J. H. Lee[2], W. Leight[22], M. J. LeVine[2], C. Li[37], L. Li[42], N. Li[51], W. Li[39], X. Li[32], X. Li[38], Y. Li[44], Z. M. Li[51], M. A. Lisa[27], F. Liu[51], H. Liu[4], J. Liu[35], T. Ljubicic[2], W. J. Llope[35], R. S. Longacre[2], W. A. Love[2], Y. Lu[37], E. V. Lukashov[25], X. Luo[37], G. L. Ma[39], Y. G. Ma[39], D. P. Mahapatra[12], R. Majka[52], O. I. Mall[4], L. K. Mangotra[16], R. Manweiler[46], S. Margetis[18], C. Markert[42], H. Masui[21], H. S. Matis[21], Yu. A. Matulenko[31], D. McDonald[35], T. S. McShane[8], A. Meschanin[31], R. Milner[22], N. G. Minaev[31], S. Mioduszewski[41], M. K. Mitrovski[2], Y. Mohammed[41], B. Mohanty[47], M. M. Mondal[47], B. Morozov[15], D. A. Morozov[31], M. G. Munhoz[36], M. K. Mustafa[32], M. Naglis[21], B. K. Nandi[13], T. K. Nayak[47], P. K. Netrakanti[32], L. V. Nogach[31], S. B. Nurushev[31], G. Odyniec[21], A. Ogawa[2], K. Oh[33], A. Ohlson[52], V. Okorokov[25], E. W. Oldag[42], D. Olson[21], M. Pachr[9], B. S. Page[14], S. K. Pal[47], Y. Pandit[18], Y. Panebratsev[17], T. Pawlak[48], H. Pei[7], T. Peitzmann[26], C. Perkins[3], W. Peryt[48], S. C. Phatak[12], P. Pile[2], M. Planinic[53], M. A. Ploskon[21], J. Pluta[48], D. Plyku[28], N. Poljak[53], J. Porter[21], A. M. Poskanzer[21], B. V. K. S. Potukuchi[16], C. B. Powell[21], D. Prindle[49], C. Pruneau[50], N. K. Pruthi[29], P. R. Pujahari[13], J. Putschke[52], H. Qiu[20], R. Raniwala[34], S. Raniwala[34], R. L. Ray[42], R. Redwine[22], R. Reed[4], H. G. Ritter[21], J. B. Roberts[35], O. V. Rogachevskiy[17], J. L. Romero[4], L. Ruan[2], J. Rusnak[10], N. R. Sahoo[47], I. Sakrejda[21], S. Salur[4], J. Sandweiss[52], E. Sangaline[4], A. Sarkar[13], J. Schambach[42], R. P. Scharenberg[32], A. M. Schmah[21], N. Schmitz[23], T. R. Schuster[11], J. Seele[22], J. Seger[8], I. Selyuzhenkov[14], P. Seyboth[23], E. Shahaliev[17], M. Shao[37], M. Sharma[50], S. S. Shi[51], Q. Y. Shou[39], E. P. Sichtermann[21], F. Simon[23], R. N. Singaraju[47], M. J. Skoby[32], N. Smirnov[52], P. Sorensen[2], H. M. Spinka[1], B. Srivastava[32], T. D. S. Stanislaus[46], D. Staszak[5], S. G. Steadman[22], J. R. Stevens[14], R. Stock[11], M. Strikhanov[25], B. Stringfellow[32], A. A. P. Suaide[36], M. C. Suarez[7], N. L. Subba[18], M. Sumbera[10],

X. M. Sun[21], Y. Sun[37], Z. Sun[20], B. Surrow[22], D. N. Svirida[15], T. J. M. Symons[21], A. Szanto de Toledo[36], J. Takahashi[6], A. H. Tang[2], Z. Tang[37], L. H. Tarini[50], T. Tarnowsky[24], D. Thein[42], J. H. Thomas[21], J. Tian[39], A. R. Timmins[43], D. Tlusty[10], M. Tokarev[17], T. A. Trainor[49], S. Trentalange[5], R. E. Tribble[41], P. Tribedy[47], O. D. Tsai[5], T. Ullrich[2], D. G. Underwood[1], G. Van Buren[2], G. van Nieuwenhuizen[22], J. A. Vanfossen, Jr.[18], R. Varma[13], G. M. S. Vasconcelos[6], A. N. Vasiliev[31], F. Videbaek[2], Y. P. Viyogi[47], S. Vokal[17], S. A. Voloshin[50], M. Wada[42], M. Walker[22], F. Wang[32], G. Wang[5], H. Wang[24], J. S. Wang[20], Q. Wang[32], X. L. Wang[37], Y. Wang[44], G. Webb[19], J. C. Webb[2], G. D. Westfall[24], C. Whitten Jr.[5], H. Wieman[21], S. W. Wissink[14], R. Witt[45], W. Witzke[19], Y. F. Wu[51], Z. Xiao[44], W. Xie[32], H. Xu[20], N. Xu[21], Q. H. Xu[38], W. Xu[5], Y. Xu[37], Z. Xu[2], L. Xue[39], Y. Yang[20], Y. Yang[51], P. Yepes[35], K. Yip[2], I-K. Yoo[33], M. Zawisza[48], H. Zbroszczyk[48], W. Zhan[20], J. B. Zhang[51], S. Zhang[39], W. M. Zhang[18], X. P. Zhang[44], Y. Zhang[21], Z. P. Zhang[37], J. Zhao[39], C. Zhong[39], W. Zhou[38], X. Zhu[44], Y. H. Zhu[39], R. Zoulkarneev[17], Y. Zoulkarneeva[17]

[1]Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois 60439, USA

[2]Brookhaven National Laboratory, Upton, New York 11973, USA

[3]University of California, Berkeley, California 94720, USA

[4]University of California, Davis, California 95616, USA

[5]University of California, Los Angeles, California 90095, USA

[6]Universidade Estadual de Campinas, Sao Paulo, Brazil

[7]University of Illinois at Chicago, Chicago, Illinois 60607, USA

[8]Creighton University, Omaha, Nebraska 68178, USA

[9]Czech Technical University in Prague, FNSPE, Prague, 115 19, Czech Republic

[10]Nuclear Physics Institute AS CR, 250 68 Řež/Prague, Czech Republic

[11]University of Frankfurt, Frankfurt, Germany

[12]Institute of Physics, Bhubaneswar 751005, India

[13]Indian Institute of Technology, Mumbai, India

[14]Indiana University, Bloomington, Indiana 47408, USA

[15]Alikhanov Institute for Theoretical and Experimental Physics, Moscow, Russia

[16]University of Jammu, Jammu 180001, India

[17]Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, 141 980, Russia

[18]Kent State University, Kent, Ohio 44242, USA

[19]University of Kentucky, Lexington, Kentucky, 40506-0055, USA

[20]Institute of Modern Physics, Lanzhou, China

[21]Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California 94720, USA

[22]Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139-4307, USA

[23]Max-Planck-Institut für Physik, Munich, Germany

[24]Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824, USA

[25]Moscow Engineering Physics Institute, Moscow Russia

[26]NIKHEF and Utrecht University, Amsterdam, The Netherlands

[27]Ohio State University, Columbus, Ohio 43210, USA

[28]Old Dominion University, Norfolk, VA, 23529, USA

[29]Panjab University, Chandigarh 160014, India

[30]Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania 16802, USA

[31]Institute of High Energy Physics, Protvino, Russia

[32]Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907, USA

[33]Pusan National University, Pusan, Republic of Korea

[34]University of Rajasthan, Jaipur 302004, India

[35]Rice University, Houston, Texas 77251, USA

[36]Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil

[37]University of Science & Technology of China, Hefei 230026, China

[38]Shandong University, Jinan, Shandong 250100, China

[39]Shanghai Institute of Applied Physics, Shanghai 201800, China

[40]SUBATECH, Nantes, France

[41]Texas A&M University, College Station, Texas 77843, USA

[42]University of Texas, Austin, Texas 78712, USA

[43]University of Houston, Houston, TX, 77204, USA

[44]Tsinghua University, Beijing 100084, China

[45]United States Naval Academy, Annapolis, MD 21402, USA

[46]Valparaiso University, Valparaiso, Indiana 46383, USA

[47]Variable Energy Cyclotron Centre, Kolkata 700064, India

[48]Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland

[49]University of Washington, Seattle, Washington 98195, USA

[50]Wayne State University, Detroit, Michigan 48201, USA

[51]Institute of Particle Physics, CCNU (HZNU), Wuhan 430079, China

[52]Yale University, New Haven, Connecticut 06520, USA

[53]University of Zagreb, Zagreb, HR-10002, Croatia