125 GeV کمیت والے نئے ذرے کا انکشاف

سی ایم ایس تجربہ گاہ

04 جولائی 2012

خلاصہ

آج سرن جنیوا اور "ICHEP 2012" کانفرنس[1] میلبورن کے ایک مشترکہ سیمینار میں لارج ہاڈرون کولائیڈر (ایل ایچ سی) پر واقع سی ایم ایس تجربہ گاہ کے سائنسدانوں نے جون 2012 تک کے حاصل کردہ ڈیٹا کے مطابق اسٹینڈرڈ ماڈل ہگزبوزون کی موجودگی کے ابتدائی نتائج پیش کئے۔

سی ایم ایس کےمطابق تقریباً 125 GeV [2]کی کمیت پر ملنے والے events کے اعداد وشمار دوسرے شواہد کی توقعات سے پانچ (5) sigma زیادہ ہے [3]۔ اس بات کا شرح امکان تیس لاکھ میں سے صرف ایک ہے کہ دیگر شواہد اس سطح تک رونما ہو سکتے ہیں۔ اس بات کا قوی ثبوت جس میں کمیت بہترین ہوتی ہے وہ دو حالتوں میں ملتا ہے۔ پہلی حالت جس میں یہ ذرات دوفوٹون ہوں اور دوسری حالت جسمیں دولیپٹون (الیکٹران یامیون) جوڑوں کی صورت میں ہوں۔ ہم اس بات کی تشریح اسطرح کر سکتے ہیں کہ یہ دونوں حالتیں ماضی میں دریافت نہ ہونے والے ذرے کی وجہ سے ہے۔ جسکی کمیت تقریباً 125 GeVہے۔

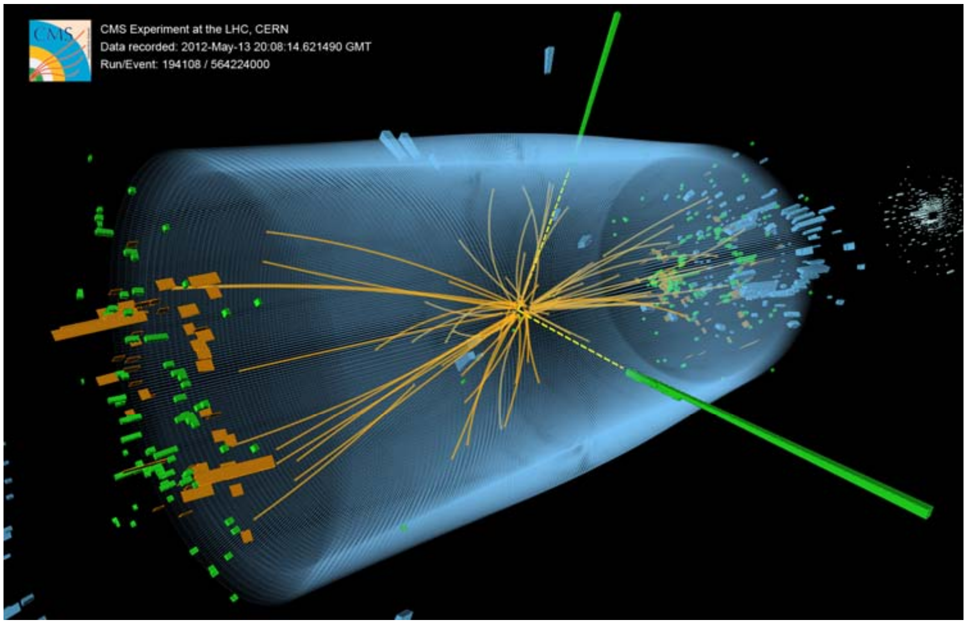
سی ایم ایس ڈیٹا واضح طور پر ایس ایم ہگز بوزون کی موجودگی کو 110-122.5 GeV اور 127-600 GeV کی رینجز پر 95 فیصد [4] تک وثوق سے مسترد کرتا ہے۔ کم کمیت پر ہگز بوزون کی عدم موجودگی سرن کی سابقہ اسراعی مشین ایل ای پی کولائیڈر پر بھی 95 فیصد اعتماد سے پیش کی گئی تھی۔

سی ایم ایس ڈیٹا کے اعدادو شمار اور systematic errors میں رہتے ہوئے ملنے والے متعدد فزکس راستوں کے نتائج ہگز بوزون کی موجودگی کے بارے میں یکساں ہیں۔ تاہم سائنسدانوں کو اس اطمینان کے لئے مزید ڈیٹا درکار ہے کہ یہ نیا ملنے والا ذرہ ایس ایم ہگز بوزون کی ساری خصوصیات کا حامل ہے یا کچھ مختلف ہے جو کہ رائج الوقت فزکس کی حدود سے بڑھ کر نئی راہوں کی طرف اشارہ کررہا ہے۔ 2012 کے اختتام تک سی ایم ایس ، ایل ایچ سی سے 3 گنا زیادہ ڈیٹا حاصل کرنے کے قابل ہو جانے کیلیے پر امید ہے۔ جس کے باعث سی ایم ایس سائنسدانوں کو اس نئے دریافت شدہ ذرہ پرمزید تحقیق کے نئے مواقع ملیں گے۔

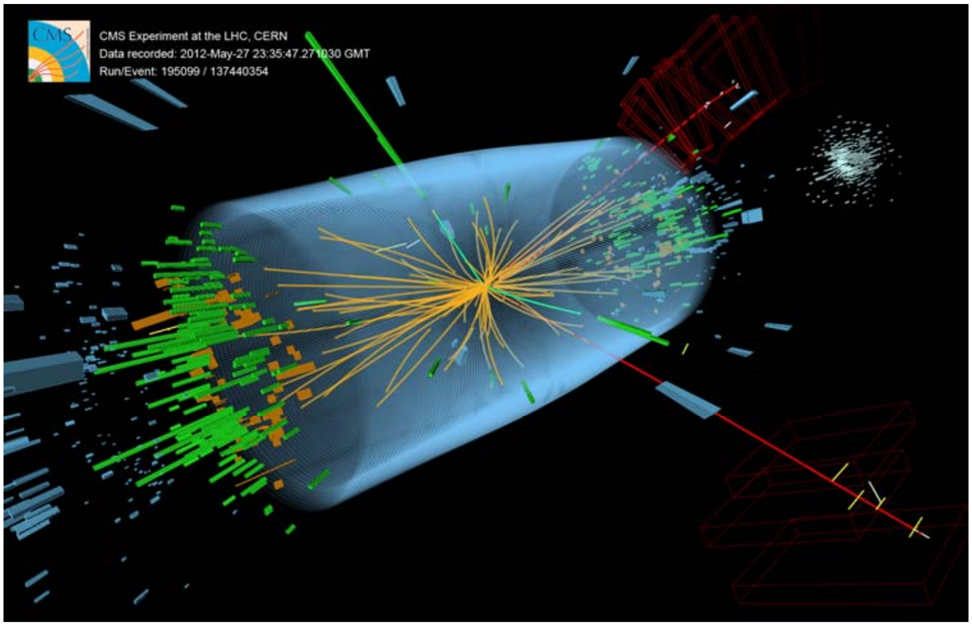
CMS تحقیقی حکمت عملی

سی ایم ایس سائنسدانوں کے مطابق 18جون تک کا حاصل کردہ ڈیٹا 7 TeV توانائی پر پروٹان-پروٹان ذرات کے ٹکراؤ کے نتیجہ میں ملا۔ اس ڈیٹا کی مقدار 5.1 fb^{-1} ہے[5]۔ جبکہ 8 TeV توانائی پر یہ مقدار 5.3 fb^{-1} ہے۔ اسٹینڈرڈ ماڈل کے قیاس کے مطابق ہگز بوزون بہت تھوڑے وقت کے لئے نمودار ہوتا ہے اور کئی دریافت شدہ ذرات میں تحلیل ہو جاتا ہے۔ سی ایم ایس تجربہ نے ہگز بوزون کے پانچ بنیادی تحلیلی راستوں کا تفصیلی جائزہ لیا ہے۔ ان میں سے تین راستے بوزونک ذرات کے جوڑوں پر مشتمل ہیں جبکہ دو راستے (bb or ττ) فرمیونک ذرات کے جوڑوں پر مشتمل ہیں۔ γ ایک فوٹان کو ظاہر کرتا ہے۔ جبکہZ اورW weak interaction, کے force carrier ہیں۔ bottom quark, b اور τ lepton کو ظاہر کرتا ہے۔ تینوں تحلیلی راستے (γγ ZZ, WW) 125 GeVکمیت والے ہگز بوزون کے لئے یکساں طور پر حساس ہیں۔ باقی تمام کمیتوں کے لئے ττ اور bb راستے موزوں ہیں۔

γγ اور ZZتحلیلی راستے یکساں طور پر اہم ہیں کیونکہ یہ دونوں ذرات کی کمیت کی پیمائش درستگی کیساتھ کر سکتے ہیں۔γγ تحلیلی راستے میں کمیت کو دو بہت زیادہ توانائی والے فوٹان کی توانائی اور سمتوں کو استعمال کرتے ہوئے ناپا جاتا ہے (شکل نمبر ۱)۔ ZZ تحلیلی راستے میں کمیت کی پیمائش مندرجہ ذیل ذرات کی مدد سے کی جا سکتی ہے۔ دو الیکٹران کے جوڑوں یا دو میون کے جوڑوں یا ایک الیکٹران کا جوڑا اور ایک میون کا جوڑا۔ کیونکہ ایک Z ایک الیکٹران جوڑے یا ایک میون جوڑے میں تحلیل ہو سکتا ہے۔ یہ دونوں ذرات الیکٹران یا میون سی ایم ایس تجربہ گاہ میں ناپے جاتے ہیں (شکل نمبر 2)



شکل نمبر1:جو events سی ایم ایس detector سے 8TeV پر پروٹان پروٹان ٹکراؤ کے نتیجے میں ریکارڈ کیا گیا ۔ یہ event ،اسٹینڈرڈ ماڈل ہگز کے تحلیلی راستے دو فوٹان کے لئے ہے۔ (پیلی نقطوں والی لکیراور سبز ٹاور) یہ event ممکنہ طور پر اسٹینڈرڈ ماڈل کے دوسرے شواہد کی وجہ سے ہو سکتا ہے۔



شکل نمبر2 :جو events سی ایم ایس detector سے 8TeV پر پروٹان پروٹان ٹکراؤ کے نتیجے میں ریکارڈ کیا گیا ۔ یہ event ،اسٹینڈرڈ ماڈل ہگز کے تحلیلی راستے ZZ کے لیے ہے۔ جس میں ایک Z ایک الیکٹران جوڑے (سبز لکیریں اور سبز ٹاور) اور دوسرے Z جو ایک میون جوڑے میں (سرخ لکیریں) تحلیل ہوتا ہے۔ یہ eventممکنہ طور پر اسٹینڈرڈ ماڈل کے دوسرے شواہد کی وجہ سے ہو سکتا ہے۔

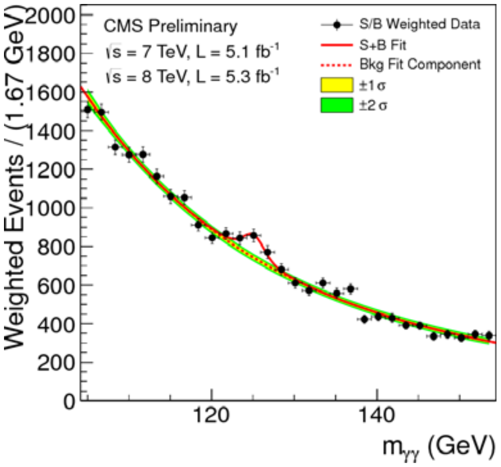
WW راستہ زیادہ پیچیدہ ہے۔ ہر ایک راستہ اپنی مخصوص تحلیل ایک الیکٹرون اور ایک نیوٹرینو یا ایک میون اور ایک نیوٹرینو سےشناخت کیے جاتے ہیں۔ نیو ٹرینو سی ایم ایس ڈیٹکٹر سے گزرنے کے دوران شناخت نہیں کیے جا سکتے، لہذا اسٹینڈرڈ ماڈل ہگز بوزون، WW راستے میں رہتے ہوئے کمیاتی تقسیم کے اندر اپنے آپ کو برخلاف نپی تلی کثرت کے وسیع زیادتی کے طور پر ظاہر کرتا ہے۔

bb راستہ میں اسٹینڈرڈ ماڈل کے کئی دوسرے وسیع شواہد موجود ہیں۔ اس لئے تجزیاتی عمل ایسے events کی تلاش کرتا ہے جس میں ہگز بوزون، W یا Z کے ساتھ وجود پذیر ہوتا ہے۔ جو بعد میں الیکٹران یا میون میں تحلیل ہو جاتا ہے۔ ττ راستے کی پیمائش τکے الیکٹران، میون اور ہیڈرون ذروں کی تحلیل کو مدنظر رکھتے ہوئے کی جاتی ہے۔

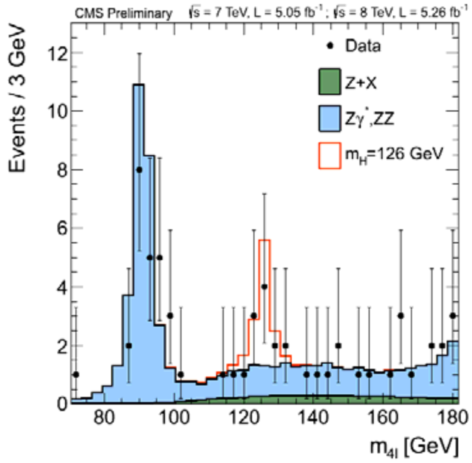
CMS فزکس نتائج کا خلاصہ

سی ایم ایس سائنسدانوں کے نزدیک اگر اسٹینڈرڈ ماڈل ہگز بوزون موجود نہ ہو تو GeV 600-110کی mass range کو 95 فیصد یقین کےساتھ کی خارج کر دینا ممکن ہے۔ درحقیقت سی ایم ایس سائنسدان پہلے ہی اسٹینڈرڈ ماڈل ہگز بوزون کی موجودگی دو mass range 122.5 GeV, -110اور GeV 600-127پر 95 فیصد یقین کیساتھ خارج کر چکے ہیں۔ باقی رہ جانے والی 127 GeV, mass range - 122.5 پر پانچ میں سے تین فزکس راستوں میں سی ایم ایس سائنسدانوں کو نئے ذرے کی موجودگی کے واضح آثار ملے ہیں۔ لہذا 127 GeV - 122.5 کی حد کو خارج تصور نہیں کیا جا سکتا۔

- چینل γγ : γγ کی کمیاتی تقسیم شکل نمبر 3 میں ظاہر ہے۔ اس میں 125GeV کمیت پرevents کی کثرت دوسرے شواہد سے 4.1 sigma بلند ہے۔ دو فوٹون والی حتمی حالت ثابت کرتی ہے کہ ملنے والا نیا ذرہ بوزون ہے۔ یہ fermion نہیں ہے اور نہ ہی یہ "Spin 1" ذرہ ہو سکتا ہے۔
- چینل **ZZ:** شکل نمبر 4 کے مطابق چار لیپٹان کی کمیاتی تقسیم؛ دو جوڑے الیکٹران یا دو جوڑے میون یا ایک جوڑا الیکٹران اور ایک جوڑا میون کی صورت میں دکھائی گئی ہے تحلیلی زاویے کی خصوصیات کیمطابق 125 GeVکمیت پرevents کی کثرت دوسرے شواہد سے 3.2 sigma بلند ہے۔
- چینل **WW:** کمیاتی تقسیم میں events کی کثرت دوسرے شواہد سے 1.5 sigma بلند دیکھی گئی ہے۔
- چینلز ττ اور**bb:** کسی event کی کثرت نہیں پائی گئی۔

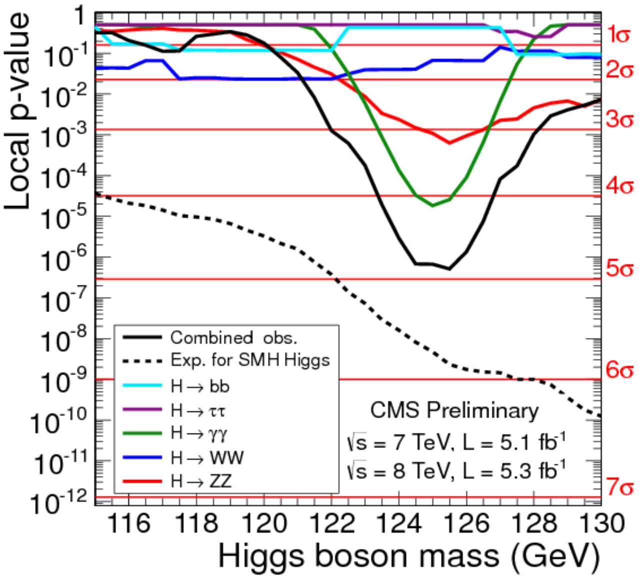


شکل نمبر 3: دو فوٹان تحلیلی راستے میں SM کی Higgs کمیت جو کہ 2011 اور 2012 کے ڈیٹا سے حاصل کی گئی ہے۔ (کالے نقطے error bars کیساتھ سرخ لکیر signal اور background کیساتھ ہے۔ اور dashed سرخ لکیر صرف background کو دکھا رہی ہے۔



شکل نمبر 4: چار reconstructed lepton جن میں چار الیکٹران چار میون اور دو الیکٹران اور دو میون کی کمیت دکھائی گئی ہے۔ نقطے ڈیٹا کو ظاہر کر رہے ہیں۔ شیڈ والا گراف background کو ظاہر کر رہا ہے۔ اور بغیر shade والا signal کو ظاہر کر رہا ہے۔ یہ پلاٹ دونوں ڈیٹاز کو دکھا رہا ہے۔ جو کہ 7TeV اور 8TeV پر لیا گیا ہے۔

سگنل کی شماریاتی اہمیت جو کہ تمام پانچ تحلیلی راستوں پر مشترکہ fit سے حاصل ہوتی ہے(شکل نمبر 5)۔ وہ دیگر شواہد سے 4.9 sigma بلند ہے۔جب کہ ایک مشترکہ fit، جو کہ دو سب سے زیادہ حساس راستوں اور (γγ اور ZZ) پر استعمال کیا گیا ہے وہ 5 sigma کی شماریاتی اہمیت دیتا ہے۔ تقریباً 125 GeV کی کمیت پر ملنے والے events کے اعداد و شمار دوسرے شواہد کی توقعات سے زیادہ ہیں اور اس بات کا شرح امکان 30 لاکھ میں سے صرف ایک ہے۔ نئے ذرے کی کمیت 125.3+/- 0.6 GeV معلوم کی گئی ہے۔ اور یہ کمیت پہلے سے موجود تحلیلی راستوں کی حاصل ہونے والی مقدار پر قائم کسی بھی مفروضے سے مبرّا ہے۔



شکل نمبر 5: ممکنہ امکان کہ background only مفروضہ کتنے C events میں کتنے events دے گا۔ کالی لکیر مشترکہ P-value تمام تحلیلی راستوں کیلیئے دکھا رہی ہے۔

اس نئے ذرہ سے پیدا ہونے کی شرح، اسٹینڈرڈ ماڈل میں دی گئی شرح $\sigma_{DAT}/\sigma_{SM} = 0.80 +/- 0.22$ سے مطابقت رکھتی ہے۔

سی ایم ایس ڈیٹکٹرکی کارکردگی کو سمجھنے کے لئے مختلف پہلوؤں جیسے کہ events کا چناؤ، دیگر شواہد کا چناؤ اور دوسری ممکنہ شماریاتی غلطیاں اور systematic errors پر بہت زیادہ توجہ دی گئی ہے۔2011 کے تجزیہ [6] نے ثابت کیا ہے کہ زیادہ events, 125 GeV کے اردگرد ہیں۔ اسی لیے2012 کے ڈیٹا کے تجزیہ میں اس بات کا خیال رکھا گیا ہے۔ کہ کسی خاص کمیت پر events کو نہ لیا جائے[7]۔ بلکہ ان events کو لیا جائے جو ایک خاص معیار پر پورا اتریں۔ عمومی تصدیق کی خاطر، تمام تجزئیے کم از کم دو مختلف ٹیموں نے آزادانہ طور پر کیے۔

دوسرے عوامل جنہوں نے نتائج میں اطمینان حاصل کرنے میں مدد کی:

- 2011 اور 2012 کے ڈیٹا میں events کی زیادتی 125 GeV کے اردگرد دیکھی گئی۔ دونوں تحلیلی راستوں (γγ اور ZZ) میں ایک ہی کمیت پر events کی زیادتی دیکھی گئی۔ ان events کی زیادتی جو کہ تحلیلی راستے (WW) سے آئے ہوں۔ ان events سے مطابقت رکھتے ہیں جو ایک 125 GeV والے ذرےپر ظاہر ہوتے ہوں۔ فوٹون، الیکٹران، میون اورہیڈرون کی حتمی حالت میں بھی زیادتی دیکھی گئی۔

یہ پیش کردہ ابتدائی نتائج ہیں۔ ان کو اس مقصد کے تحت مزید بہتر کیا جائے گا کہ ان کو گرمیوں کے اختتام میں اشاعت کیلئے بھیجا جا سکے۔

مستقبل کی حکمت عملی

125GeV پر دریافت شدہ ذرہ اسٹینڈرڈ ماڈل ہگز بورون کے ہم آہنگ ہے اور محدود اعدادو شمار کی درستگی کے مطابق ہے۔ اس نئے ذرے کی جانچ اور خصوصیات کی پیمائش کے لئے مزید فزکس ڈیٹا درکار ہے۔ جیسا کہ مختلف فزکس راستوں (γγ, ZZ, WW, bb & ττ) کی تحلیلی شرح اسپن ، ُپیریٹی اگر یہ ذرہ اسٹینڈرڈ ماڈل ہگز بورون نہیں ہے تو یہ نتائج بلا شبہ اشارہ کرتے ہیں ایک نئی فزکس کی طرف جو کہ اسٹینڈرڈ ماڈل کی حدود سے پرے ہے۔

2012 کے اختتام تک سی ایم ایس ، ایل ایچ سی سے تین گنازیادہ ڈیٹا حاصل کرنے کی توقع رکھتا ہے۔ اور سی ایم ایس سائنسدانوں کو اس نئے ذرے پرتحقیق کے مزید مواقع فراہم کرے گا۔

اگر یہ نیا ذرہ ہگز بوزون ہی ہے تو اس کی خصوصیات اور مضمرات کی تحقیق اسٹینڈرڈ ماڈل کیلئے زیادہ تفصیل سے کی جائے گی۔ اس کے برعکس اگریہ نیا ذرہ کچھ اور ہے تو سی ایم ایس، فزکس کے نئے ذرے اورنئے زاویوں پر کام کرے گا۔ اس صورت میں مزید نئے ذرات کی دریافت بھی ممکن ہےہر حالت میں سی ایم ایس نئے ذرے یا قوتوں کی تلاش جاری رکھے گا۔

CMS

مزید تفصیلات کیلیے ویب سائٹ: http://cern.ch/cms

ای میل: cms.outreach@cern.ch

سی ایم ایس،ایل ایچ سی پر موجود ان تجربہ گاہوں میں سے ایک ہے جو ایک نئی فزکس اور نئے ذرات تلاش کرنے کے لئے بنائی گئی ہے۔ ایل ایچ سی، ہائی انرجی پروٹان - پروٹان اور ہیوی ایون کی تحقیق کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے جو سی ایم ایس کیلیے وسیع رینج پر نئے ذرات اور واقعات کے جاننے میں معاون ہے۔مزید یہ ہمیں ان سوالوں کے جوابات جاننے میں مدد دے گا جیسا کہ 'کائنات کس چیزسے بنی؟ کون سی قوتیں اس پر کار فرما ہیں، کیا چیزکمیت بناتی ہے؟ اسکے علاوہ موجودہ ذرات کی خصوصیات کو مزید بہتر طور پر جاننے اور انہیں نئے نظریہ سے دیکھنے میں بھی سی ایم ایس مدد گار ثابت ہو گا۔

1992میں سی ایم ایس تجربہ کا تصور سامنے آیا اس دیو ہیکل ڈیٹکٹر (وزن 14000ٹن ، لمبائی29 میٹر، قطر15 میٹر) کو بنانے میں 16 سال کا طویل عرصہ لگا۔ سی ایم ایس میں 41 ممالک کے 179مختلف تعلیمی اور تحقیقی اداروں سے 3275 سائنسدانوں نے حصہ لیا۔ جن میں 1535 فزکس طلباء، 790انجینئرز اور ٹیکنیشینز شامل ہیں۔

فٹ نوٹ

1- آئی چیپ چھتیسویں بین الاقوامی کانفرنس جو کہ زیادہ توانائی والی طبیعات پر میلبورن، آسٹریلیا میں۴ سے ۱۱ جولائی ۲۰۱۲ تک منعقد ہو رہی ہے۔ نتائج مشترکہ طور پر پیش کئے جائیں گے۔ جو کہ بیک وقت سرن پربا لمشافہ اور آئی چیپ میں وڈیو لنک سے دکھائے جائیں گے۔

2- الیکٹران وولٹ توانائی کی ایک اکائی ہے۔ ایک گیگا الیکٹران وولٹ eV 1000000000 کے برابر ہے۔ ذراتی طبیعات میں جہاں کمیت اور توانائی ایکدوسرے میں تبدیل کئے جاسکتے ہیں۔ یہ عام ہے کہ کمیت کی اکائی کو ev/C2 میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ (جہاں C روشنی کی رفتار ہے)

3- Standard deviation پیمائشوں کےکسی ایک خاص قیمت کے گرد پھیلاؤ کو ظاہر کرتا ہے۔ اس کو ہم کسی ایک مفروضے کے ساتھ مطابقت رکھنے یا نہ رکھنے کا تعیّن کرنے کے لیے استعمال کر سکتے ہیں۔ طبیعات دان Standard deviation کو (σ) سگما کی اکائی میں بیان کرتے ہیں۔ سگما۔ جتنابڑا ہو گا۔ ڈیٹا مفروضہ کے ساتھ اتنا ہی عدم مطابقت میں ہو گا۔ خاص طور پر جتنی غیرمتوقع دریافت ہو گی۔ طبیعات دانوں کو مطمئن کرنے کیلیئےاتنے ہی بڑے نمبر والا سگما (σ) چاہیے ہو گا۔

4-اطمینانی معیار ایک شماریاتی پیمانہ ہے۔جسکے تحت متوقع نتائج ایک مخصوص حد کے اندر اخذ کیے جائیں۔ مثال کے طور پر 95 فیصد اطمینان کا مطلب ہے کہ ایک عمل کا نتیجہ یقینی طور پر 95فیصد مواقعوں پر توقعات کے عین مطابق ہو۔

5- http://news.stanford.edu/news/2004/july21/femtobarn-721.html

6- http://cms.web.cern.ch/news/cms-search-standard-model-higgs-boson-lhc-data-2010-and-2011

7- http://cms.web.cern.ch/news/blinding-and-unblinding-analyses