

CompHEP başlangıç

(ve CalcHEP nedir?)

Gökhan Ünel / *UC Irvine*

HPF okulu - Ocak 2009

27 Aralık 2008

Giriş

❧ Parçacık Fiziğinde şunları bilmek istiyoruz:

- ❧ İlgilendiğimiz olayın tesir kesiti;
- ❧ Üzerinde deney yapacağımız hızlandırıcının etkisi;
- ❧ Gerekliyse, PDF seçiminin etkisi;
- ❧ Bir son durum için mümkün olan bütün Feynman çizimleri;
- ❧ Bozunan bir parçacığın dallanma oranı (**Herhangi bir MODEL için**).

Bir kuramsal fizikçi bul

❧ Bunları da elde etmek istiyoruz:

- ❧ Güzel yapılmış Feynman çizimleri;
- ❧ Türevsel tesir kesitlerini, parametre bağılıklarını gösteren çizimler;
- ❧ Üzerinde inceleme yapmak için MC olayları.

Bir kumarbaz bul

CompHEP (veya CalcHEP)

• Compute veya Calculate High Energy Physics.

• Aşağıdakileri yapan bilgisayar programlarıdır:

• Ağaç seviyesinde tesir kesiti hesabı (*detaylar az sonra!*)

• Dallanma oranları hesabı

• Feynman ve başka çizimler, olay üretimi.

• Bedava olarak indirilebilirler:

• <http://comphep.sinp.msu.ru/>

• <http://theory.sinp.msu.ru/~pukhov/calchep.html>

• Tanıdığımız biri tarafından önerilmiş: *S. Sultansoy*

• *The GaP project of computer aided theoretical calculations for future gamma p, gamma e, gamma gamma colliders physical programs.*

E. Boos, M. Dubinin, V. Edneral, V. Ilyin, A. Pukhov, V. Savrin (Moscow State U.) , G. Jikia, S. Shichanin (Serpukhov, IHEP) , S. Sultanov (Baku, Inst. Phys.) . Mar 1991. 10pp.

Prepared for 9th International Conference on Computing in High-energy Physics (CHEP 91), Tsukuba, Japan, 11-15

Mar 1991. Published in Tsukuba 1991, Computing in high energy physics 391-400

CompHEP 4.4.3

- ☛ Unix üzerinde çalışır (Linux, OSX..)
- ☛ Bilgisayara kurmak için aşağıdakileri yapın:

Bir defalık

- ☛ Kayıt olun ve TGZ dosyasını indirin. (comphep-4.4.3.tgz)
- ☛ `tar xzf comphep-4.4.3.tgz ; cd comphep-4.4.3`
- ☛ `./configure` (CERNLIB hakkındaki uyarıyı boşverin)
- ☛ `make`

☛ `make setup WDIR=${HOME}/chep_proj1` (her proje için yeni dizin açın)

☛ `cd ${HOME}/chep_proj1 ; ./comphep` (proje)

- ☛ Çalışmaya hazırız...

Çalışma sırası

1) Bir model seçin

- Şimdilik SM ile çalışalım.

2) Bir süreç seçin

- Hızlandırıcı da burada seçilir.

3) Feynman Çizimlerinin karesini alıp sonucu “C” dilinde yazdırın

- Önerilen çizimlere mutlaka bir göz atın.
- incelenecek her süreç için ayrı dizin yapın.

4) “C” programını derleyip sayısal inceleme yapın.

- Sonuclar burada elde edilir

 Bunların detaylarını görelim..

Model seçimi

```
*
QED
Effective 4-fermion
SM, unitary gauge
SM, Feynman gauge
MSSM, unitary gauge
MSSM, Feynman gauge
SUGRA, unitary gauge
GMSB, unitary gauge
_SM_ud
_SM_qQ
_E6
_fourthfam
_ggh
_gghFG
_ff-ggh
_E6-simple
_compo
_LittleHiggs
_e6-3f
CREATE NEW MODEL
```

• Comphep de QED, SM, susy modelleri var.

• Kendi modelimizi de 4 dosya ile girebiliriz

1. Variables (kütleler, karışımlar)

2. Constraints (CKM birliği - unitarity)

3. Particle definitions (fermionlar ve bosonlar)

4. Lagrangian (etkileşimler)

• Yararlı tanımlamalar: Jetler, W^+/W^- , ..

List of composite particles

```
Name: j1 (u, U, d, D, G)
Name: j2 (u, U, d, D, s, S, c, C, G)
Name: j3 (u, U, d, D, s, S, c, C, b, B, G)
Name: jb (b, B)
Name: JW (W-, W+)
```

• Etkin lagrangianlar bilinen halka çizimlerini taklit edebilir. (ggh etkin köşe)



Demet & süreç seçimi

Demetleri seçin: (LEP, LHC..)

Proton, electron, μ , γ demetleri mümkün

Birçok seçenek (PDF, ISR, Beamstrahlung, Compton geri saçılmış foton) varolan veya planlanan hızlandırıcıların benzetimine olanak sağlar

Eksiklik: demet polarizasyonu yok (CalcHEP2.5j (*beta*) da var.)

2 içeri, en çok 7 dışarı !

Süreci seçin: (çarpışma veya bozunma)

ilk ve son durumdaki parçacıkları girin

p1 (u,d,U,D,G)	PDF: cteq611(proton)
P1 (u,d,U,D,G)	PDF: cteq611(anti-proton)
p (u,d,U,D,s,c,S,C,G)	PDF: cteq611(proton)
P (u,d,U,D,s,c,S,C,G)	PDF: cteq611(anti-proton)
pb (u,d,U,D,s,c,S,C,h,B,G)	PDF: cteq611(proton)
Pb (u,d,U,D,s,c,S,C,h,B,G)	PDF: cteq611(anti-proton)
ebeam (e)	PDF: ISR(100 Beamstr.:OFF)
Ebeam (E)	PDF: ISR(100 Beamstr.:OFF)
gamL (A)	PDF: Laser photons
game (A)	PDF: WWA (m=0.000511 Ch=)
p1-noPDF (u,d,U,D,G)	PDF: OFF
p-noPDF (u,d,U,D,s,c,S,C,G)	PDF: OFF

```
Enter Decay Process
Enter Scattering Process
Edit Beams Table
Edit Str. Functions Table
Edit Model
Delete Model
```

G(G)	gluon	A(A)
W+(W-)	W boson	ne(Ne)
nm(Nm)	mu-neutrino	m(M)
l(L)	tau-lepton	u(U)
c(C)	c-quark	s(S)
b(B)	b-quark	H(H)

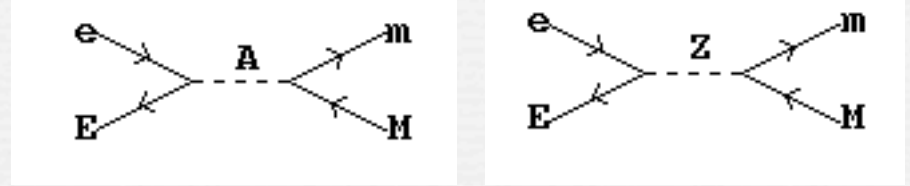
ara parçacıklar
elenebilir veya istenebilir

```
Enter Final State: e,E -> m,M
Exclude diagrams with H
Keep diagrams with Z
```

Deneme sürüşü

• SM ile başlayın (Unitary gauge)

• İlgilendiğiniz süreci girin:



• $e^+ e^- \rightarrow \gamma/Z \rightarrow \mu^+ \mu^-$ CompHEP in “hello world” sürecidir.

• Sırayla bunları yapın:

• Square diagrams, Symbolic Calculations, Write results (C), C-compiler

• Şimdi n_comphep dosyası “results” dizininde oluştu.

• Bu dosya (binary) sonraki çalışmalarda gerekecek.

• Demet Enerjisini, ISR & BS (hızlandırıcınıza uygun olarak) ayarlayın, ilginç olabilecek histogramları ayırtın.

Vegas - Monte Carlo

Basit süreçler için Itmx=10 nCall=20000 yapın

nCalls sayısını $\chi^2 \sim 1$ olana dek arttırın.

Süreci anlamak için dağılımlar ayırtın.

Bu dağılımlar size hesapların neden kararsız olabileceğini veya hangi tırpanların işe yarayacağını gösterir.

F1 tuşu kısaltmaları açıklar.

M34: 3. & 4. parçacıkların değişmez kütlesi
T3 : 3. parçacığın dik momentumu

“Start Integration” sonuçları elde etmek ve ayırtılan dağılımlara bakmak için kullanılır.

```
Vegas
*
Itmx = 5
nCall = 9826
Set Distributions
Start integration
Display Distributions
Clear statistic
Clear grid
Generate events
```

```
(sub)Process: e,E -> m,M
*
Distributions
Clr-Rest-Del-Size
Parameter |> Min bound <|> Max bound <
M34 |10 |500
T3 |0 |100
```

Eldedilenler

■ ■ 500+500 GeV, e+e- beam

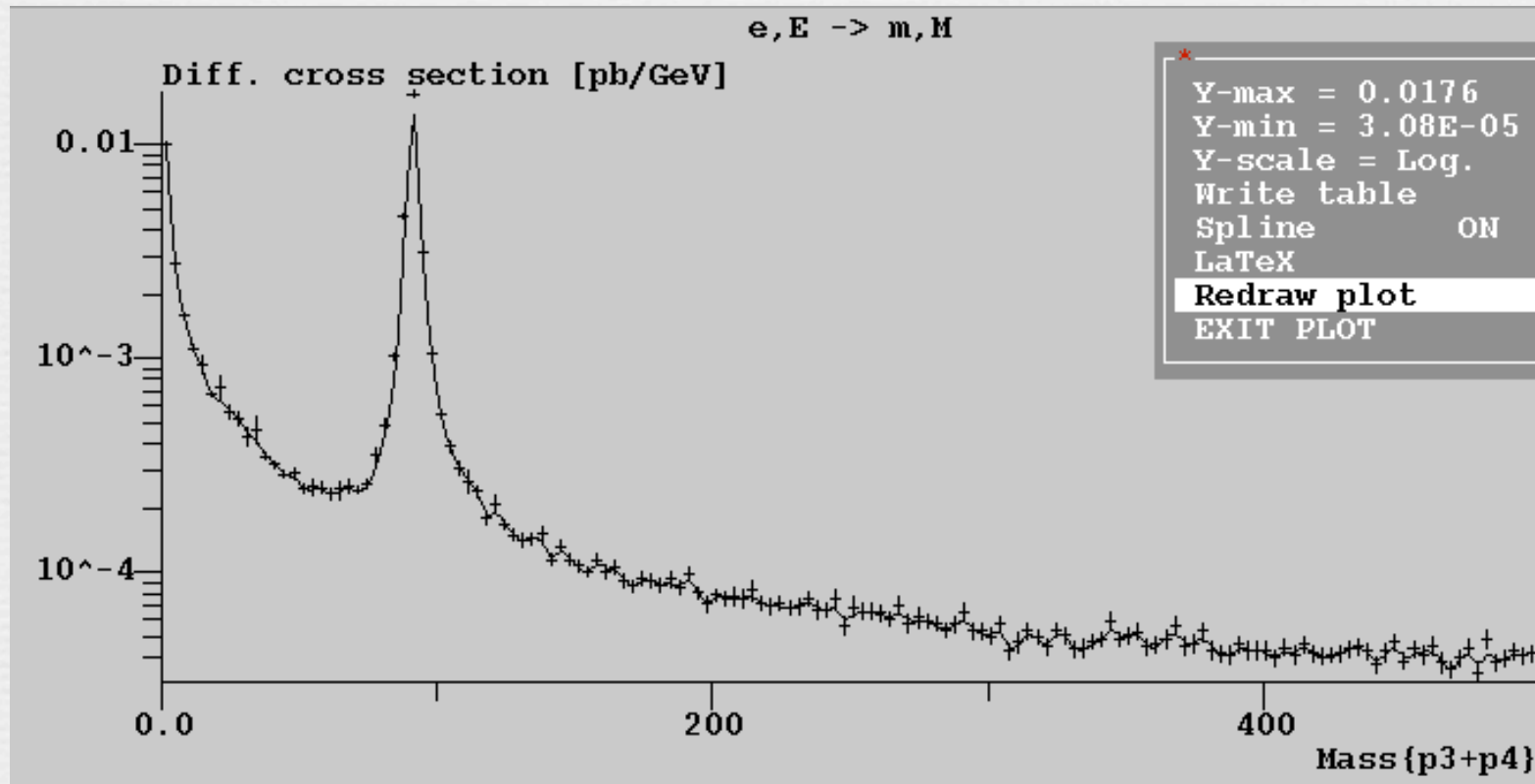
• Tesir kesiti (pb olarak)

• çift- μ değişmez kütle dağılımı

- latex & text çıktı alınabilir.
- log & linear Y eksenini kullanılabılır.
- Spline ile noktaların arasını tahmin etmek olasıdır.

```
(sub)Process: e,E -> m,M  
Monte Carlo session: 1(continue)
```

#IT	Cross section [pb]	Error %	nCall	chi**2
15	3.0972E-01	1.70E-01	19404	
16	3.0938E-01	1.77E-01	19404	
17	3.0964E-01	1.81E-01	19404	
18	3.0919E-01	1.84E-01	19404	
19	3.0989E-01	1.88E-01	19404	
20	3.0916E-01	1.95E-01	19404	
< >	3.0945E-01	4.35E-02	388080	0.5



Daha karışık bir örnek

• p p veya p antip çarpıştırıcısı

• n4 : SM'e ek, ağır nötrino

• Çoğu çizim silinmiş

• $W^+W^-\mu^+\mu^-$ son durumuna bakılmış

CompHEP version 4.4.3 8/17

Delete, On/off, Restore, Latex

<p>DEL</p>	<p>DEL</p>	<p>DEL</p>
<p>DEL</p>	<p>DEL</p>	<p>DEL</p>
<p>DEL</p>	<p>DEL</p>	<p>DEL</p>

F1-Help, F2-Man, PgUp, PgDn, Home, End, # , Esc

Ayrıntılar

Process: e,E -> m,M
Carlo session: 1(begin)

IN state

S.F.1

ISR(100 Beamstr.: OFF)

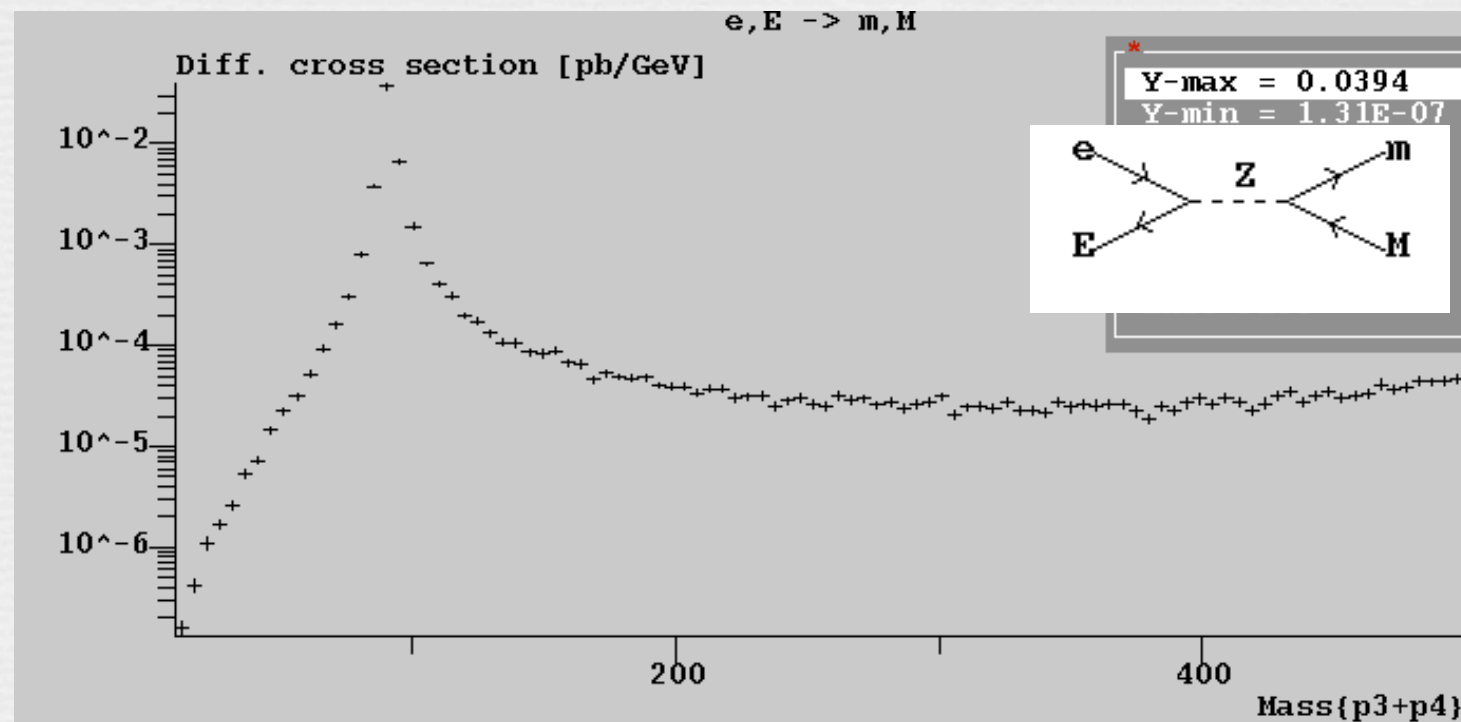
```
ISR scale (GeV) = 100.0
Beamstrahlung = ON
Bunch x+y sizes (mm) = 560
Bunch length (mm) = 0.40
Number of particles = 2.0e+10
* N_cl = 1.53
* Upsilon = 0.01
```

• Hızlandırıcı hakkında bildiklerimiz
IN maddesinde yazılır.

• paket uzunluğu, paketteki parçacık
sayısı..

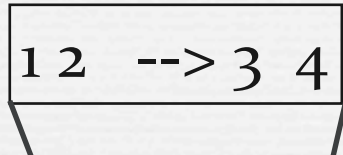
• Kimi alt süreçler daha iyi inceleme
yapmak için kapatılabilir.

• Z bozonunun etkisini
anlamak için γ -lı
süreç kapatılabilir.



Olay seçimi - tırpanlar

- Üretim seviyesinde seçim yapmak için
 - arkaplan olaylarını kolay elemekte kullanılır.
- Daha gerçekçi tesir kesitleri almak için
 - az enerjili parçacıkları algıcımız kaydedemez.
- Tesir kesitleri hesaplanabilsin diye.
 - QCD olaylarında IR iraksamalarından kurtulmadan hesap yakınsamaz.



(sub)Process: e, E -> m, M

Clr	Rest	Del	Size	Parameter	> Min bound	< > Max bound	<
				T3	10		
				T4	10		
				Y3	-2.5	2.5	
				Y4	-2.5	2.5	

T : dik momentum
10 GeV den büyük olan muonlar kaydedilir

Y : rapidite/hızlılık
iç algıç $-+ 2.5$ arasındadır ve yüklü leptonları doğru olarak tespit etmemize yarar.

Tesir kesitleri

- Tesir kesiti hesabının sonucu ölçümü ne şartlarda yaptığımıza bağlıdır.
- 500+500 GeV lik e^+e^- çarpıştırıcısında $\mu^+\mu^-$ üretimine bakalım.
 - test süreci

Ölçüm şartları	tesir kesiti (fb)
ideal hızlandırıcı	113
ideal hızlandırıcı çıkanların ölçülebilirliği	110
gerçekçi hızlandırıcı	338
gerçekçi hızlandırıcı çıkanların ölçülebilirliği	162

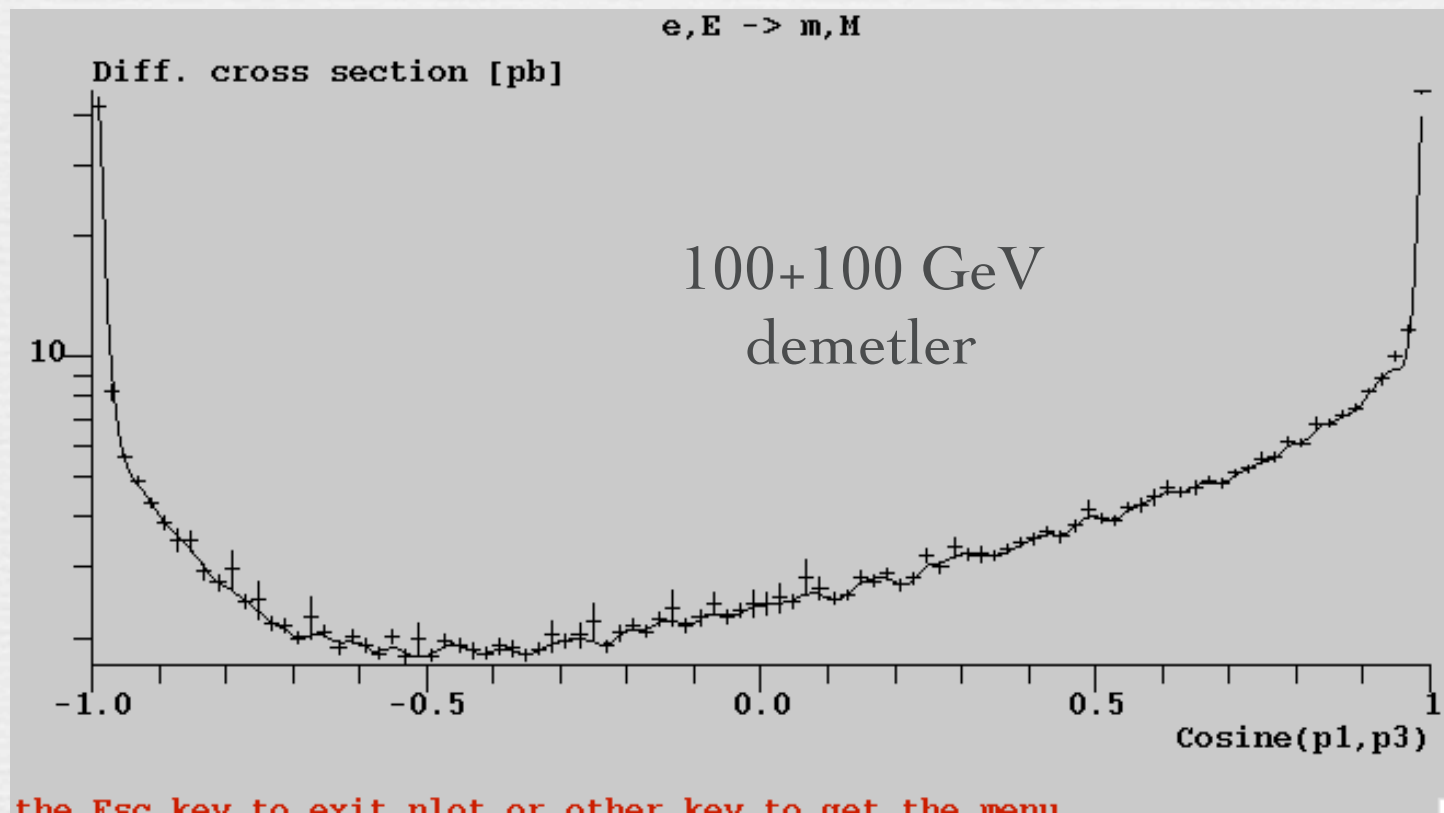
Başka bir dağılım

• $\cos \theta_{e-\mu}$ cinsinden tesir kesitine bakalım.

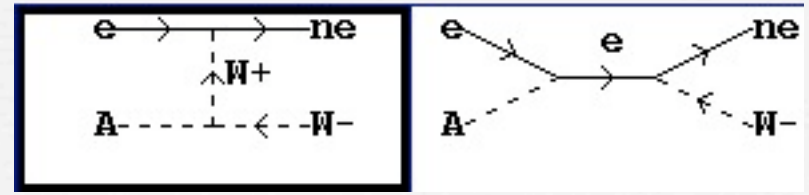
• ileri geri asimetrisini biliyor musunuz?

$$\frac{d\sigma}{d(\cos \theta)} = A(1 + \cos^2 \theta) + B \cos \theta$$

B = ileri geri asimetrisi



Foton demeti

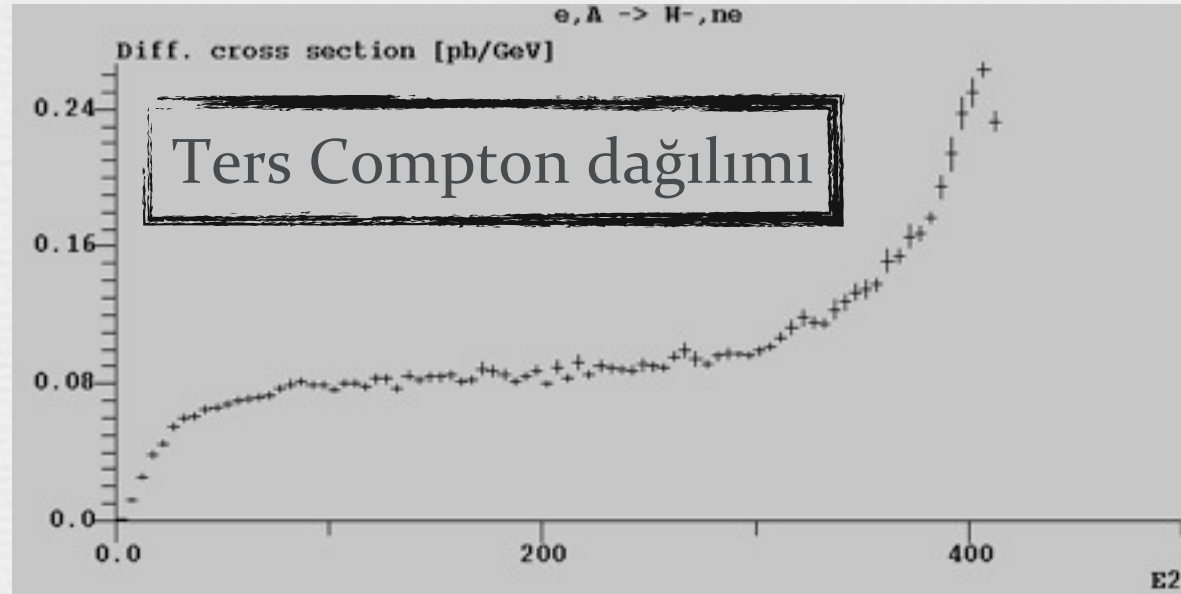
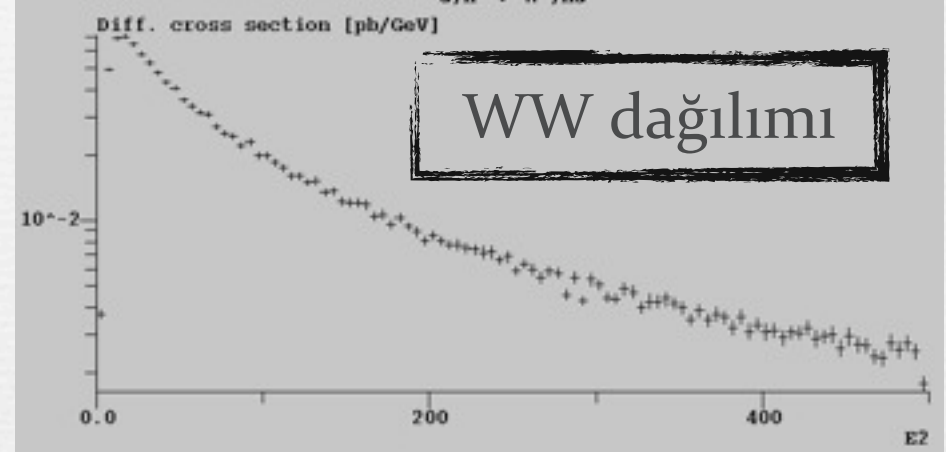


• 2 değişik foton demeti konabilir.

• gamE : WW fotonları (ISR,BS)

• gamL: Ters Compton saçılması

• Daima elektron demet enerjisi verilir.



Bu aletle ne yapabiliriz?

• Bir modelin ölçülebilirliğini araştırabiliriz

- İncelemek istediğiniz modelin Lagrangiyasını bulun ve CompHEP'e girin.

• Tesir kesitlerini veya dallanma oranlarını hesaplayın

• MC olay üretin

- MixPEV kullanarak farklı alt süreçlerden gelen olayları karıştırın.
 - MixPEV, cpyth paketinin içindedir, CompHEP -Pyhia arayüzüdür.
- Bu noktada generator seviyesinde inceleme yapılabilir.

• Bir başka program ile hadronizasyon yapın, (pythia)

• Bir başka program ile algıç benzeşim yapın, (PGS)

• MC olaylarınızı aynı algıcınızdan gelen veri gibi inceleyin.

İleri konular

• Olay üretimi

• 'Kinematics' seçeneği

• 2 girer 4 çıkar süreçlerde gerekebilir.

• 'Regularization' seçeneği

• çıkan parçacıkların aynı olduğu durumlarda gerekebilir.

• 'Gözü kapalı' olarak çalıştırma - betik yazımı

• Tarama yapıp tesir kesitinin bir parametreye bağımlılığını anlamak için gerekebilir.

Olay üretimi

Vegas

Generate events

Preparing of generator

```
sub-cubes = 1000
calls      = 500
simplex search |ON
Start search of maxima
```

“Generate Events” maddesinden “start search of maxima” seçin

eger bulunamazsa “simplex” i kapatın

Her alt süreç için aynı sayıda olaya gerek yok, tesir kesiti ile orantılı olarak üretin

Tesir kesiti en çok olandan en fazla üretin

Üretim bitince program kırmızı pencereyi çıkartıp onay bekler

Negatif olay var mı?

Aynı olay tekrar ediyor mu?

Dosya diske yazılır.

Vegas

Generate events

Number of events=10000

```
MAX*2
Launch generator
New search of maxima
```

```
0.02E-02  300000
Statistic
efficiency: 2.0E-01
Reached max: 1.3E+00
Mult. events: 0.0E+00
Neg. events: 0.0E+00
-----
```

```
Accept events?
( Y / N ? )
```

Olay harmanı

- Farklı alt süreçlerde olay ürettik
- Şimdi bunları harmanlayıp 1 tek dosya oluşturmak gerekli
 - Çalışmalarda kullanılacak tek dosya
 - harmanlama alt süreçlerin tesir kesitiyle orantılı olmalı
- Bunun için bir yazılım var: *cpyth*
 - `unzip cpyth-2.0.4.zip`
 - `cd cpyth-2.0.4; make`
 - `make setup WDIR=$HOME/wcpyth;`
 - `cd ${HOME}/chep_proj1/results`
 - `$HOME/wcpyth/mix_flows events_1.txt events_2.txt`
- Sonuçta harmanlanmış olaylar `mixed.PEV` dosyasına yazılır.
 - olaylar hakkında genel bilgi (Örnek: olaya girenler/çıkanlar, tesir kesiti)
 - her olay hakkında özel bilgi (Örnek: Enerjiler, momentumlar..)

Results dizini

Şu anda
comphep çalışıyor

Üretilmiş olaylar.

bu süreci yine incelemek
için çalıştırın.

10. hesabın
detayları burada

```
1 ngu ngu 47 Dec 28 22:34 LOCK
1 ngu ngu 3376 Dec 28 21:14 Makefile
1 ngu ngu 10240 Dec 28 22:34 diags.tar
1 ngu ngu 1601570 Dec 28 22:51 events_1.txt
1 ngu ngu 0 Dec 28 22:34 extern.h
1 ngu ngu 5696 Dec 28 22:34 f_0.a
1 ngu ngu 999 Dec 28 21:14 n_comphep*
1 ngu ngu 257280 Dec 28 22:34 n_comphep.exe*
1 ngu ngu 2071 Dec 28 22:51 prt_1
1 ngu ngu 2029 Dec 29 23:51 prt_10
.
```

Kinematics 1

(sub)Process: e,E -> W+,W-
Monte Carlo session: 1(begin)

#IT	Cross section [pb]	Error %	nCall	chi**2
1	2.6899E+00	6.23E-01	20000	
2	2.6781E+00	4.31E-02	20000	
3	2.6772E+00	2.01E-03	20000	
4	2.6773E+00	3.99E-04	20000	
5	2.6773E+00	3.58E-04	20000	
6	2.6773E+00	3.61E-04	20000	
7	2.6773E+00	3.58E-04	20000	
8	2.6773E+00	3.67E-04	20000	
9	2.6773E+00	3.75E-04	20000	
10	2.6772E+00	3.82E-04	20000	
< >	2.6773E+00	1.40E-04	200000	0.7

☞ 500+500 GeV ideal LC alın, ve W^+ W^- üretimine bakın.

☞ tesir kesiti = 2677 fb,

☞ μ kanalına baksak: $BR(W \rightarrow \mu\nu) = 0.11$

☞ tesir kesiti ($ee \rightarrow WW \rightarrow \mu\nu \mu\nu$) = $2677 * 0.11 * 0.11 =$

☞ 32fb olarak hesaplanır.

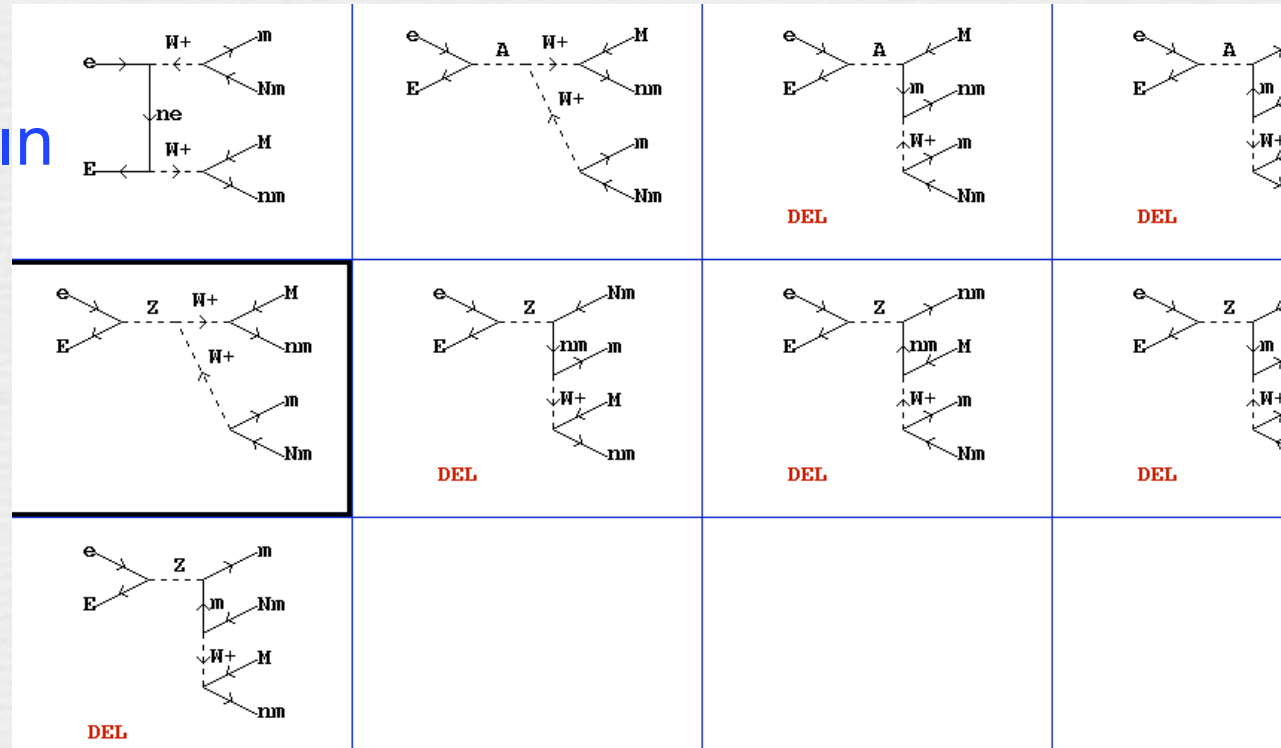
☞ Aynıını CompHEP de yapın

☞ Önceki 3 çizimi bırakın

☞ ötekileri silin

☞ hesaplatın

☞ yanlış sonucu bulun !!!!!



Kinematics 2

Hata ve χ^2 çok büyük!

- Niye? Kinematik seçeneğine bakın. Gerçekleşen fiziksel süreç bu DEĞİL!

4,5,6 parçacıklar numara 3'ün bozunmasından gelmiyor...

- Bilgisayar fizik bilmiyor, biz biliyoruz.

Doğru kinematiği girin:

```
CompHEP version 4.4.3
(sub)Process: e,E -> nm,Nm,m,M
Monte Carlo session: 1(continue)

#IT   Cross section [pb]   Error %   nCall   chi**2
15    1.1974E-02             3.07E+01  17280
16    1.3530E-02             2.40E+01  17280
17    1.9285E-02             2.36E+01  17280
18    1.6392E-02             2.07E+01  17280
19    1.6552E-02             2.34E+01  17280
20    3.3263E-02             5.65E+01  17280
< >  7.7556E-03             6.40E+00  345600  3
-----
9     7.8369E-03             3.36E+01  17280
10    1.1394E-02             3.14E+01  17280
< >  7.0090E-03             8.88E+00  172800  2
11    2.4123E-02             5.14E+01  17280
12    5.7536E-03             2.32E+01  17280
13    7.5094E-03             1.86E+01  17280
14    1.5524E-02             3.64E+01  17280

Vegas
*
Itmx = 10
nCall = 17280
Set Distribution
Start integration
Display Distribut
Clear statistic
Clear grid
Generate events

F1-Help F2-Man F6-Results F9-Quit
```

```
(sub)Process: e,E -> nm,Nm,m,M
Monte Carlo session: 1(continue)
===== Current kinematical scheme =====
in= 12   -> out1= 3   out2= 456
in= 456  -> out1= 4   out2= 56
in= 56   -> out1= 5   out2= 6
=====
```

Input new kinematics?
(Y / N ?)

```
(sub)Process: e,E -> nm,Nm,m,M
Monte Carlo session: 1(continue)
===== Current kinematical scheme =====
in= 12   -> out1= 45  out2= 36
in= 45   -> out1= 4   out2= 5
in= 36   -> out1= 3   out2= 6
=====
```

Olmazsa Regularization!

- Doğru kinematics genelde doğru cevabı verir.
 - bu durumda 33.6 fb.
- Daima hata & χ^2 değerlerini yoklayın.
- Gerekirse regularization yapın
 - Hangi ara parçacığın hangi son durum parçacığına bozunduğunu yazın
 - Kütle ve Genlik değerlerini yazın, power daima 2 olur.

```
(sub)Process: e,E -> nm,Nm,m,M  
Monte Carlo session: 1(continue)
```

14	3.5138E-02	8.59E-01	17280
15	3.4797E-02	9.76E-01	17280
16	3.4986E-02	1.01E+00	17280
17	3.4614E-02	9.02E-01	17280
18	3.4403E-02	1.02E+00	17280
19	3.5140E-02	9.95E-01	17280
20	3.4906E-02	9.19E-01	17280
21	3.5151E-02	1.02E+00	17280
< >	3.3646E-02	2.58E-01	362880

9	3.4319E-02	1.02E+00	17280
10	3.5114E-02	1.19E+00	17280
11	3.5418E-02	1.10E+00	17280
12	3.4922E-02	1.11E+00	17280
13	3.5472E-02	1.03E+00	17280

```
(sub)Process: e,E -> nm,Nm,m,M
```

```
Regularization 1
```

Clr	Rest	Del	Size				
				Momentum	> Mass	< > Width	< Power
36				MW	wW		2
45				MW	wW		2

Betik yazımı

☛ **CompHEP** komut satırından emir kabul eder.

☛ örnek: `comphep -blind "[]]]]]]]"`

☛] aşağı ok demek; } enter tuşu demek.

☛ Bu komutları kolaylaştırmak için arayüzler yazılmış.

☛ Bu betikler `calchep` içinden çıkar veya benim yazdıklarım benim bilgisayarımda.

☛ bunların `set_momenta`, `set_cuts`, `set_param` .. gibi basit isimleri var.

☛ bir kabuk betiği içinde kullanılabilir.

☛ **Şimdi bir örnek betiğe bakalım:**

☛ yeni bir parçacığın kütlesini tarayalım

☛ LHC de üretim tesir kesitini 35 alt süreç için hesaplayalım.

Betik örneği

```
#!/bin/bash
```

```
rd=/Users/ngu/comphep-443-gcc/scripts  
outn=$1
```

```
${rd}/set_momenta 7000 7000
```

```
${rd}/set_vegas 10 20000
```

```
##${rd}/set_cuts Y3 -3.2 3.2
```

```
#if the same name is given, we purge the old data  
rm -f ${outn}.sub*
```

```
for Mde in 100 150 200 250 300 350 400 500 600 700 800 ; do {
```

```
  ${rd}/set_param Mde  ${Mde}
```

```
  ${rd}/set_qcd  ${Mde}
```

```
  St=0.045
```

```
  echo ${Mde}  ${St} >>${outn}
```

```
  ${rd}/set_param St  ${St}
```

```
# run and save results
```

```
for ((sp=1; sp<35; sp++)); do
```

```
  ${rd}/select_sub ${sp}
```

```
  ##${rd}/run_vegas
```

```
  echo $sp
```

```
  sesno=`grep "Session_number" session.dat | cut -f2 -d' ' `
```

```
  tail -1 prt_${sesno} >>${outn}.sub${sp}
```

```
done
```

```
}
```

CalcHEP

☞ Aynı kökten farklılaşmış yazılım (en çok 6 parçacık çıkabilir.)

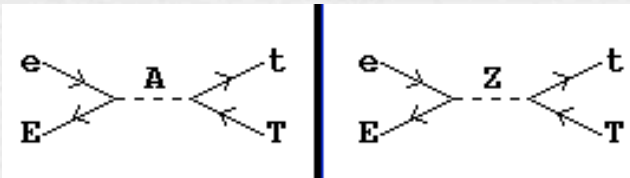
☞ Bazı farklar:

☞ Higgs için H yerine h

☞ “proton” tanımı yok..

☞ giren parçacık polarizasyonu

☞ Örnek: e% veya E% yazılır.



```

Model: Standard Model

List of particles (antiparticles)

G(G )- gluon           A(A )- photon           Z(Z )- Z-boson
W+(W- )- W-boson      h(h )- Higgs           e(E )- electron
ne(Ne )- e-neutrino   m(M )- muon            nm(Nm )- m-neutrino
l(L )- tau-lepton     nl(Nl )- t-neutrino    d(D )- d-quark
u(U )- u-quark        s(S )- s-quark        c(C )- c-quark
b(B )- b-quark        t(T )- t-quark
    
```

```

Enter process: p, p -> t, T
composit 'p' consists of: u d G U D c C s S b B
    
```

```

Model: Standard Model

Process: e%, E% -> t, T

Feynman diagrams
diagrams in 1 subprocesses
diagrams are deleted.
    
```

```

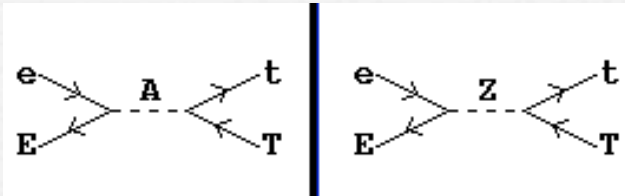
CalcHEP/num

(sub)Process: e 1.124658E-312> t, T
Monte Carlo session: 1(begin)

IN state

S.F.1: OFF
S.F.2: OFF
First particle momentum[GeV] = 1000
Second particle momentum[GeV] = 1000
Helicity of first particle 0
Helicity of second particle 0
    
```

Polarizasyonun tesir kesitine etkisi



e^- pol

e^+ pol

polarize olmayan demetler: 0, 0

```
(sub)Process: e 1.124658E-312> t, T
P(c.m.s.)      : 1000.000000 [GeV]
Cos(p1,p3): min=-0.999000      max
Cross Section: 0.0331698 [pb]
```

zıt yönde polarize olan demetler: -1, 1

```
(sub)Process: e 1.124658E-312> t, T
P(c.m.s.)      : 1000.000000 [GeV]
Cos(p1,p3): min=-0.999000      max
Cross Section: 0.16234 [pb]
```

SLAC çarpıştırıcısında elektron ve pozitron demetleri polarize idi...

MadGraph nedir?

Gökhan Ünel / *UC Irvine*

HPFBU okulu - Ocak 2009

28 Aralık 2008

Genel bilgiler

☞ C**HEP benzeri, ağaç seviyesinde tesir kesiti hesabı ve olay üretimi, V4.x

☞ İndirmek için: <http://madgraph.hep.uiuc.edu/>

☞ PCler üzerinde paralel olarak çalıştırmak için tasarlanmış.

☞ fortran gerektiriyor, sonuçlar html olarak verilir.

☞ Yeni model girmek pek kolay değil

☞ Sadece proton/Anti-proton hızlandırıcısı tanımlı

☞ Farklı PDF ler seçilebilir.

☞ polarizasyon ve eşleştirme mümkün

☞ Yazım tarzı biraz farklı

☞ $pp > t t^{\sim}$ (antiparçacık “ \sim ” ile gösterilir ; “,” ve p^{\sim} yoktur.)

☞ " $x x > z > y y y$ " \implies z s-kanalında arada olsun,

☞ " $x x > y y y /z$ " \implies z hiç olmasın.

SM
SM w/o Higgs boson
SM (with CKM)
HiggsEFT
MSSM
Simplified 2HDM
Full 2HDM
BSM with tops
Quarkonium production in SM

Kuruluş ve çalıştırma

☞ MG2 yi derleyin:

☞ `cd MadGraphII; make ; cd ..`

☞ Template dizini ilerde lazim olacak:

☞ `tar czf Template.tgz Template/`

☞ Deneme sürüşünü hazırlayalım:

☞ `mv Template Deneme; cd Deneme`

☞ Başka süreç üzerinde çalışmak için

☞ Ya eskisini silerek :

☞ `bin/clean` ve yeni süreç girin

☞ Ya da yeni bir dizin açarak:

☞ `tar xzf Template.tgz ; mv Template yenisi`

Örnek .

Yeni süreç girişi “proc data card” değiştirerek yapılır.

`vi Cards/proc_card.dat`

```
e+e->mu+mu-  @0  # First Process
QCD=4          # Max QCD couplings
QED=4          # Max QED couplings
end_coup       # End the couplings
```

Süreç ve hızlandırıcı özellikleri “run data card” ile seçilir.

`vi Cards/run_card.dat`

```
20 = ptj      ! minimum pt for the jets
10 = ptb      ! minimum pt for the b
10 = pta      ! minimum pt for the photons
10 = ptl      ! minimum pt for the charged leptons
```

```
# Collider type and energy
#*****
          0      = lpp1  ! be
          0      = lpp2  ! be
        500      = ebeam1 !
        500      = ebeam2 !
```

Başlamak için:

`./bin/newprocess`

```
ngu-mbook:Deneme ngu$ bin/newprocess
Using Stand Alone version of MadGraphII
Started Wed Dec 31 13:10:42 CET 2008
Running....
..Finished Wed Dec 31 13:10:42 CET 2008
Compiling libraries in Source
cd DHELAS; make
f77 -O -I. -c httsxx.F
f77 -O -I. -c httsxx.F
```

```
Running....
.....tar cf madevent.tar Cards HTML SubProcesses bin lib So
plateVersion.txt MGMEVersion.txt
rm -f madevent.tar.gz
gzip madevent.tar
```


Örnek ..

☞ Sonuçlar `index.html` dosyasındadır.

☞ Tesir kesiti hesap etmek için

☞ `./bin/survey 0 a`

☞ Hesap hatasını azaltmak için

☞ `./bin/refine 0 0.01 b`

☞ 100 Olay üretmek için

☞ `./bin/refine 0 100 a`

☞ Sonuçlar:

☞ `SubProcesses/results.html`

Process results

$s = 105.550 \pm 1.376(\text{fb})$

Graph	Cross Sect(fb)	Error(fb)	Events (K)	Eff	Unwgt	Luminosity
Sum	105.550	1.376	2	0.7		
P0 e+e- mu+mu-	105.550	1.376	2	0.7		20.60

☞ `Events/unweighted_events.lhe.gz`

MadEvent Card for e+e->mu+mu-

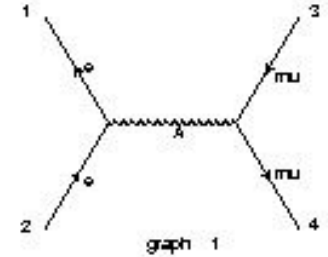
Created: Mon Dec 29 11:10:35 CET 2008

Process: e+e->mu+mu-

QCD=4

QED=4

Model: sm



Links

[Process Information](#)

[Code Download](#)

[On-line Event Generation](#)

[Results and Event Database](#)

Status

Generation Complete

Available

[Only available from the web](#)

No runs available

Notes:

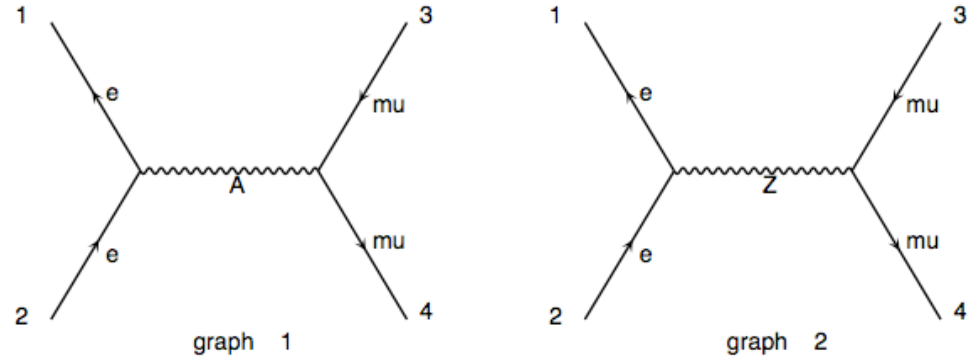
0 : tek işlemci
1 : PBS üzerinden çok işlemci

Detaylar

Process results
 $s = 105.550 \pm 1.376(\text{fb})$

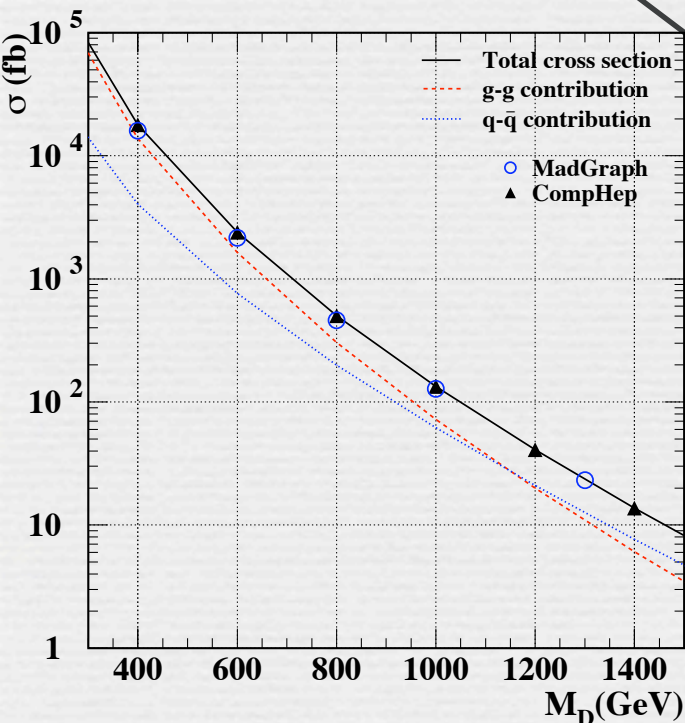
Graph	Cross Sect(fb)	Error(fb)	Events (K)	Eff	Unwgt	Lun
Sum	105.550	1.376	2	0.7		
<u>PO e+e- mu+mu-</u>	<u>105.550</u>	1.376	2	0.7		20.60

Diagrams by MadGraph e+ e- -> mu+ mu-



e+e- mu+mu-
 $s = 105.549 \pm 1.376(\text{fb})$

Graph	Cross Sect(fb)	Error(fb)	Events (K)	Eff	Unwgt	Luminosity
Sum	105.549	1.376	30	2.3		
G1	<u>92.664</u>	1.216	15	1.6	1909	20.60
G2	<u>12.885</u>	0.160	15	1.5	795	61.70



☞ En çok tesir kesiti veren alt süreç ve diagramlar bulunabilir.

☞ CompHEP & MG sonuçları uyumludur.

Karışık bir örnek

```
pp>Z>Jbb~ @0
QCD=9
QED=9
end_coup
```

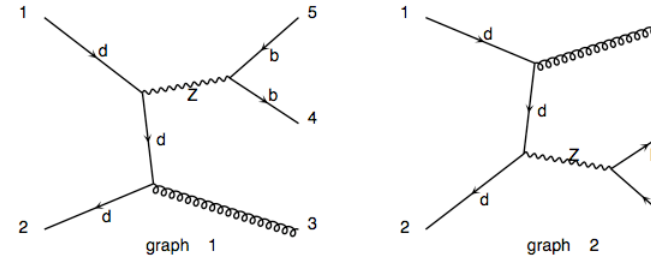
pp çarpıştırıcısında Z üretimi ve bunun bb J'ye bozunması

Process results
 $s = 9163.110 \pm 760.220(\text{fb})$

Graph	Cross Sect(fb)	Error(fb)
Sum	9163.110	760.220
P0 ddx_gbbx	1376.700	156.400
P0 dxd_gbbx	1240.500	94.674
P0 uxu_gbbx	1083.900	93.761
P0 uux_gbbx	1060.000	88.280
P0 bbx_gbbx	625.840	62.016
P0 bxb_gbbx	605.040	52.445
P0 gd dbbx	324.600	20.416
P0 dg dbbx	298.770	18.352
P0 gdx dxbbx	292.830	15.608
P0 dxg dxbbx	289.450	18.960
P0 gbx bxbbx	273.830	22.697
P0 bxc bxbbx	255.510	19.513
P0 bg bbbx	254.520	21.792
P0 uxg uxbbx	239.830	17.579
P0 gux uxbbx	239.150	12.222
P0 gb bbbx	236.610	19.634
P0 ug ubbx	234.210	12.679
P0 gu ubbx	231.820	13.192

Directory	# Diagrams	# Subprocesses	FEYNMAN DIAGRAMS		SUBPROCESS	
P0_uxu_gbbx	4	2	html	postscript	u~ u -> g b b~	c~ c -> g b b~
P0_uxg_uxbbx	2	2	html	postscript	u~ g -> u~ b b~	c~ g -> c~ b b~
P0_uux_gbbx	4	2	html	postscript	u u~ -> g b b~	c c~ -> g b b~
P0_ug_ubbx	2	2	html	postscript	u g -> u b b~	c g -> c b b~
P0_dxd_gbbx	4	2	html	postscript	d~ d -> g b b~	s~ s -> g b b~
P0_dxg_dxbbx	2	2	html	postscript	d~ g -> d~ b b~	s~ g -> s~ b b~
P0_ddx_gbbx	4	2	html	postscript	d d~ -> g b b~	s s~ -> g b b~
P0_dg_dbbx	2	2	html	postscript	d g -> d b b~	s g -> s b b~
P0_gux_uxbbx	2	2	html	postscript	g u~ -> u~ b b~	g c~ -> c~ b b~
P0_gu_ubbx	2	2	html	postscript	g u -> u b b~	g c -> c b b~
P0_gdx_dxbbx	2	2	html	postscript	g d~ -> d~ b b~	g s~ -> s~ b b~
P0_gd_dbbx	2	2	html	postscript	g d -> d b b~	g s -> s b b~
P0_gbx_bxbbx	4	1	html			
P0_gb_bbbx	4	1	html			
P0_bxc_bxbbx	4	1	html			
P0_bxb_gbbx	4	1	html			
P0_bg_bbbx	4	1	html			
P0_bbx_gbbx	4	1	html			

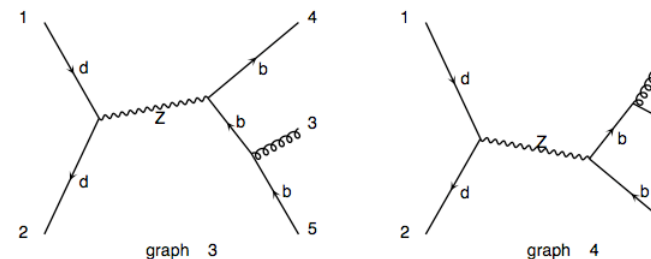
Diagrams by MadGraph d d~ -> g b b~



56 diagrams have

ddx_gbbx
 $s = 1376.711 \pm 156.402(\text{fb})$

Graph	Cross Sect(fb)	Error(fb)	Events (K)	Eff	Unwgt	Luminosity
Sum	1376.711	156.402	60	27.8		
G2	689.420	107.400	15	19.1	13	0.02
G1	576.740	43.629	15	9.3	14	0.02
G4	57.004	2.761	15	5.9	76	1.33
G3	53.547	2.612	15	6.0	80	1.49



Kısa yol

• Hepsini yapan tek bir komut var:

• Yeni süreci tanımladıktan sonra kullanılır.

- proc ve run cardlar düzenlendikten sonra
- `./bin/generate_events`
- bitince `index.html` kendiliğinden güncellenir:

Links	Status
Process Information	Generation Complete
Code Download	Available
On-line Event Generation	Only available from the web
Results and Event Database	No runs available

```
ngu-mbook:Template ngu$ bin/generate_events
Enter 1 for parallel 0 for serial run
0
Enter run name
ee2mm
Mon Dec 29 12:03:05 CEST 2008
Generating 100 events
Cleaning SubProcesses.
Cleaning Source:
Cleaning lib:
Cleaning bin:
Compiling libraries
Working on subprocess:
P0_e+e-_mu+mu-
```

0 : tek işlemci
1 : PBS üzerinden çok işlemci

Links	Status
Process Information	Generation Complete
Code Download	Available
On-line Event Generation	Only available from the web
Results and Event Database	1 runs available

Available Results

Links	Events	Tag	Run	Collider	Cross section (pb)	Events
results banner	Parton-level LHE	fermi	ee2mm	ee 500 x 500 GeV	.10492E+00	100

```
ls -l Events/
1968 Dec 6 2007 banner_header.txt
20901 Jan 2 21:26 ee2mm_banner.txt
20459 Jan 2 21:26 ee2mm_events.lhe.gz
8948 Jan 2 21:26 ee2mm_unweighted_events.lhe.gz
```

Önemli

Hızlandırıcı

0	-1	1	2
ideal	\bar{p}	p	γ (WW)

polarizasyon

PDF

QCD scale

Eşleme

```
# Collider type and energy
#*****
0      = lpp1   ! beam 1 type (0=NO PDF)
0      = lpp2   ! beam 2 type (0=NO PDF)
500    = ebeam1 ! beam 1 energy in GeV
500    = ebeam2 ! beam 2 energy in GeV
#*****
# Beam polarization from -100 (left-handed) to 100 (right-handed)
#*****
0      = polbeam1 ! beam polarization for beam 1
0      = polbeam2 ! beam polarization for beam 2
#*****
# PDF CHOICE: this automatically fixes also alpha_s and its evolution
#*****
'cteq6l1' = pdlabel      ! PDF set
#*****
# Renormalization and factorization scales
#*****
T      = fixed_ren_scale ! if .true. use fixed ren scale
T      = fixed_fac_scale ! if .true. use fixed fac scale
91.1880 = scale          ! fixed ren scale
91.1880 = dsqrt_q2fact1  ! fixed fact scale for pdf1
91.1880 = dsqrt_q2fact2  ! fixed fact scale for pdf2
1      = scalefact       ! scale factor for event-by-event s
#*****
# Matching - Warning! ickkw > 0 is still beta
#*****
0      = ickkw          ! 0 no matching, 1 MLM, 2 CKKW matc
```

📄 Cards/proc_card.dat

Pythia ve PGS arayüzü

MG, uygun şekilde kurulursa, kolayca Pythia ve PGS'e bağlanır.

Bağlantının kurulması için:

```
cd MG_ME_V4.4.12/
```

```
tar xzvf ../../pythia-pgs_V2.0.26.tar.gz
```

```
cd pythia-pgs;make ; cd ..
```

```
tar xzvf ../../ExRootAnalysis_V1.0.6.tar.gz
```

```
cd ExRootAnalysis;make
```

eskisi gibi çalıştırın

```
cd ../Template
```

```
bin/newprocess
```

bitince sonuçlar güncellenir

Hızlı algıç
benzeşimi

```
ngu-mbook:Template ngu$ bin/generate_events
Enter 1 for parallel 0 for serial run
0
Enter run name
ee2mm_hepsi
Fri Jan  2 21:41:33 CET 2009
Generating 100 events
Cleaning SubProcesses.
Cleaning Source:
```

[Code Download](#)

Available

On-line Event Generation

[Only available from the web](#)

[Results and Event Database](#)

2 runs available

Toplu sonuçlar

Artık MG 3 seviyeli sonuç verir

Parton seviyesi

quarklar, leptonlar ..

Hadron seviyesi

hadronlar, mezonlar ..

Algıç seviyesi

'muon adayı'

Available Results						
Links	Events	Tag	Run	Collider	Cross section (pb)	Events
results banner	Parton-level LHE	fermi	ee2mm	ee 500 x 500 GeV	.10492E+00	100
results banner	Parton-level LHE Hadron-level (Pythia) STDHEP LHE Reco. Objects. (PGS) LHCO	fermi	ee2mm_hepsi	ee 500 x 500 GeV	.10144E+00	100

Yeni kütükler Events dizininde oluşur:

```
Dec 6 2007 banner_header.txt
Jan 2 21:26 ee2mm_banner.txt
Jan 2 21:26 ee2mm_events.lhe.gz
Jan 2 21:44 ee2mm_hepsi_banner.txt
Jan 2 21:44 ee2mm_hepsi_beforeveto.tree.gz
Jan 2 21:42 ee2mm_hepsi_events.lhe.gz
Jan 2 21:44 ee2mm_hepsi_events.tree.gz
Jan 2 21:44 ee2mm_hepsi_pgs.log
Jan 2 21:44 ee2mm_hepsi_pgs_events.lhco.gz
Jan 2 21:44 ee2mm_hepsi_pythia.log
Jan 2 21:44 ee2mm_hepsi_pythia_events.hep.gz
Jan 2 21:44 ee2mm_hepsi_pythia_events.lhe.gz
Jan 2 21:44 ee2mm_hepsi_unweighted_events.lhe.gz
Jan 2 21:44 ee2mm_hepsi_xsecs.tree
Jan 2 21:26 ee2mm_unweighted_events.lhe.gz
```

Sonuç

- Elimizde ağaç seviyesinde de olsa çok yararlı 3 program var.
 - CompHEP, CalcHEP, MadGraph
 - *Meraklısı için: MCNLO nedir?*
- Herhangi bir modeli bilgisayara girerek o model içinde ağaç seviyesinde hesap yapabiliriz.
 - Lagrangian'ı biliyorsak, yeni bir modeli de ekleyebiliriz.
- Bir çarpıştırıcıda bu modellerden birinden geliyormuş gibi olay üretebiliyoruz.
 - Bu olayları kullanarak o modelin ölçülebilirliğini hesaplayabiliriz.
 - Bu olayları kullanarak o modelin ölçülebilmesi için bir hızlandırıcı tasarlayabiliriz.

Gece Sefası - Sabaha kadar ödev

Comhep ile şunları yapın (SM kullanarak)

1. LEP-1 ve LEP-2 de $\mu^+\mu^-$ üretme tesir kesiti bulun
2. LHC de W^+W^- üretme tesir kesiti bulun

MadGraph SMCKM modeli ile şunları yapın

1. LHC de W^+W^- üretme tesir kesiti bulun
2. 500+500 e- γ makinasında 100 adet 2jet+MET olayı üretin
 1. Bu olayın tesir kesitini hesaplayın.
 2. Olarları PGS'den geçip root dosyası oluşmasını sağlayın.

