

Relatório -Calcchep

Professores: Sandro Fonseca, Sheila Amaral, Eliza Melo

Nome: Silas Santos de Jesus

Esse relatório descreve os procedimentos utilizados para resolver os exercícios de Calcchep do curso de Analise de dados FAE 2020.1

Os exercícios estão numerados e as respostas serão de acordo com cada um.

Exercício 1:

Download the model “Minimal Zp models” from HEPMDB

Esse Download pode ser feito através do link: <http://hepmdb.soton.ac.uk/index.php?mod=user&act=showmodel&id=1111.0038> basta clicar na opção “Download Model File.”

Exercício 2:

Put the model files in the “models” directory (do not forget to rename the files!)

Basta ir na pasta para onde o arquivo foi quando foi realizado o Download e com o botão direito do mouse clicar e ir na opção de abrir com gerenciados de arquivos descompactado e salvar os arquivos na pasta “models” do Calcchep.

É necessário renomear os arquivos. A renomeação foi feita incluindo seguindo a ordem que já está na pasta, nesse caso colocando 6 no final. Por exemplo: fun7.mdl -> fun6.mdl, pois na pasta o último arquivo está com o nome “fun5.mdl”

Exercício 3:

Calculate the cross-section for the various sub-process of the process $pp \rightarrow Z' \rightarrow \mu_+ \mu_-$

Remove the contributions from the photon and Z bosons and from the scalars H1 and H2 in order to estimate the contribution from Z' only.

Para fazer isso, é necessário ir no terminal de comando e na pasta work do diretório do calcchep e utilizar o comando:

```
1 ./calcchep &
2 // Em seguida vai abrir uma janela, escolha a primeira opcao:
3 B-L (Full Fast)
4
5 // Depois, deixa "on" a opcao:
6 Force Unit.Gauge= off -> Force Unit.Gauge = On
7 // Logo apos Selecione
8 Enter Process
```

Na primeira linha deve ser escolhido o processo a ser utilizado, neste caso: $p, p \rightarrow m M$. Aperte “Enter” e na segunda linha deve ser escolhido: u,U,d,D,s,S,c,C,b,B,G. Na terceira linha: A,Z H1, H2 para excluir as contribuições dos fótons e bósons Z e escalares H1,H2. Depois basta apertar “Enter”.

Agora, selecione a opção “Square Diagrams”, em seguida “Symbolic Calculations” e depois “C-Compiler”

Vai abrir uma janela, clique na opção “IN state”. Na opção: First particle momentum (GeV) = 4000, troque para First particle momentum (GeV) = 6500. Faça o mesmo para a “second particle momentum (GeV)”. Essas partículas são os prótons que irão colidir e essas energias em GeV são as energias dos prótons, neste caso a energia do centro de massa é $13000 \text{ GeV} = 13 \text{ TeV}$.

Feito isso, aperte Esq e clique na opção "Monte Carlo Simulation" e em seguida "Start Intragation", vai aparecer uma pequena tabela informando "Cross section (Pb), Error (%)" e nCall. A parte que irá precisar para essa questão é Cross Section (Pb). Repita esses mesmos passos para diferentes subprocess:

```
1 u,U -> m,M
2 Uu -> m,M
3 d,D-> m,M
4 D,d-> m,M
5 \\ Ate C,c -> m,M
```

A Tabela 1 abaixo mostra os resultados dos cálculos da seção transversal para cada processo:

Tabela 1: Seção Transversal para diferentes processos pp

Subprocess	Cross Section (Pb)
$u,U \rightarrow m,M$	$4,2744.10^{-7}$
$U,u \rightarrow m,M$	$4,2744.10^{-7}$
$d,D \rightarrow m,M$	$2,1244.10^{-6}$
$D,d \rightarrow m,M$	$2,1244.10^{-6}$
$s,S \rightarrow m,M$	$2,1244.10^{-6}$
$S,s \rightarrow m,M$	$2,1244.10^{-6}$
$c,C \rightarrow m,M$	$4,2744.10^{-7}$
$C,c \rightarrow m,M$	$4,2744.10^{-7}$
$b,B \rightarrow m,M$	$2,1244.10^{-6}$
$B,b \rightarrow m,M$	$2,1244.10^{-6}$

Exercício 4:

Check unitary (using 1D integration option to plot Xsec versus center-of-mass energy).

Para fazer isso, basta selecionar o subprocess desejado, aqui foi selecionado o primeiro subprocesso ($u,U \rightarrow m,M$), selecionado o processo desejado, clique na opção: "1D intagation" e em seguida "sigma*v plots". Agora basta escolher os parâmetros:

```
1 pcm: \\ precione Enter
2 pcm min = 6500 -> pcm min = 50
3 \\ Enter
4 pcm max = 14000
5 \\ Enter
6 number of points = 101 -> number of points = 200
7 \\ Enter
```

Vai aparecer uma janela com o gráfico do plot, pressione "Enter" e aparecerá algumas opções, clique em "Save plot in file" e escolha o nome que deseja, mas sem mudar a extensão ".tab". Pressione "Enter" e escolha a opção ROOT para salvar, nesse caso foi salvo com o nome "plot_uU". Esses arquivos são salvos automaticamente na pasta results do diretório que você está trabalhando, eles são salvos nas extensões .C e .tab, para acessar basta executar o comando no terminal:

```
1 root -l plot_uU.C
```

A figura 1 abaixo mostra o resultado desse plot

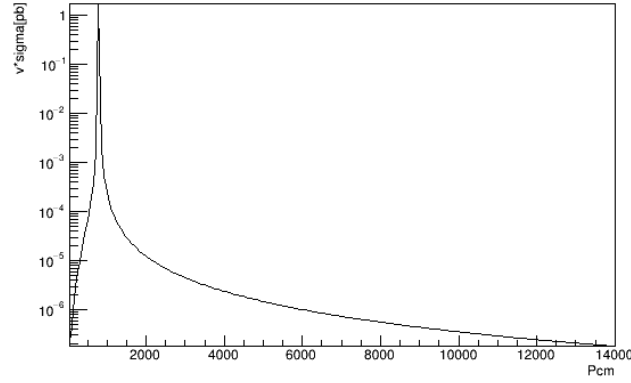
Exercício 5:

Check how the Z' width vary with its mass.

Para fazer isso vamos retornar ao menu inicial quando o calchep foi aberto, basta pressionar ESQ até voltar para ele, depois siga os passos:

```
1 B-L (Full Fast)
2
3 // Depois, deixa "on" a opcao:
```

Figura 1: Plot da seção transversal do processo u,U



```

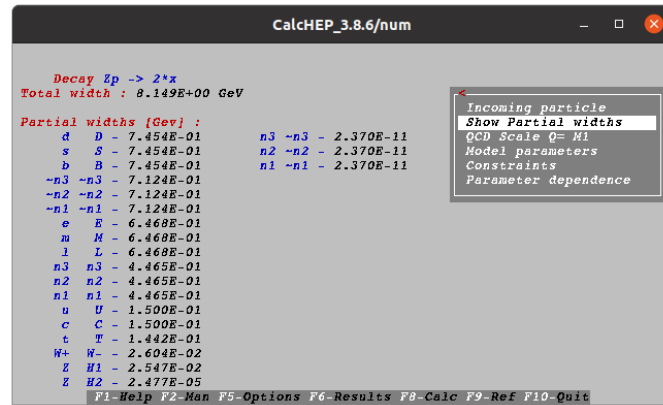
4 Force Unit.Gauge= off -> Force Unit.Gauge = On
5 // Logo apos Seleccione
6 Enter Process
7 // Ao invéz de uma colisao pp, vamos usar o decaimento Zp
8 Enter process: Zp -> 2*X
9 \\ exclua as mesmas contribuicoes que foi feita anteriormente
10 Exclude diagram with: A,Z,H1,H2
11 \\ A opcao abaixo deixe vazio mesmo
12 Exclude X-Particles
13 \\ Pressione Enter

```

Agora vá na opção "Square diagrams", depois em "Symbolic calculations", em seguida "C-Compiler". Abrirá uma nova janela, vá na última opção: Total Width. Depois clique na opção "Show Branchings" e verá que essa opção mudará para "Show Partial Widths".

A Figura 2 abaixo mostra como a largura Z varia em função da massa para cada subprocesso.

Figura 2: Variação da largura Z com a massa



Exercício 6:

calculate the Xsec for the above process using different Z' mass in batch mode. Generate events.

para fazer isso vamos criar um arquivo chamado de *batch_file.z* e colocar a seguinte sequência de códigos:

```

1 #Model Info
2 Model: B-L (Full fast)
3 Model changed: False
4 Gauge: Unitary
5

```

```

6 #Process Info
7 Process: p,p->m,M
8 Composite: p=u,U,d,D,s,S,c,C,b,B,G
9 Remove: Z,A,H1,H2
10
11 #PDF Info
12 pdf1: cteq6l1 (proton)
13 pdf2: cteq6l1 (proton)
14
15 #Momentum Info in GeV
16 p1: 6500
17 p2: 6500
18
19 Run parameter: MZp
20 Run begin: 1000
21 Run step size: 500
22 Run n steps: 3
23
24 #alpha Q
25 alpha Q : M12
26
27 #Cuts info
28 Cut parameter: n(m)
29 Cut invert: False
30 Cut min: -100
31 Cut max: 100
32
33 Cut parameter: n(M)
34 Cut invert: False
35 Cut min: -100
36 Cut max: 100
37
38 Cut parameter: M(m,M)
39 Cut invert: False
40 Cut min: 50
41 Cut max:
42
43 #Kinematics and Regularization
44
45 Kinematics : 12 -> 3,4
46
47 Regularization momentum: 34
48 Regularization mass: MZp
49 Regularization width: wZp
50 Regularization power: 2
51
52 #Distribution
53 #Need gnplot installed
54 Dist parameter: M(m,M)
55 Dist min: 400
56 Dist max: 3000
57 Dist n bins: 150
58 Dist title: p,p -> m,M
59 Dist x-title: M(m,M) (GeV)
60
61 #Include Pt
62 Dist parameter: T(m)
63 Dist min: 30
64 Dist max: 1000
65 Dist n bins: 150
66 Dist title: p,p -> m,M
67 Dist x-title: T(m) (GeV)
68

```

```

69 #Include angle
70 Dist parameter: N(m)
71 Dist min: -3.14
72 Dist max: 3.14
73 Dist n bins: 150
74 Dist title: p,p -> m,M
75 Dist x-title: N(m) (GeV)
76
77
78 Dist parameter: Y(m,M)
79 Dist min: -3.14
80 Dist max: 3.14
81 Dist n bins: 150
82 Dist title: p,p -> m,M
83 Dist x-title: Y(m,M) (GeV)
84
85
86 #Event generation and Vegas
87 Number of events (per run step): 1000
88 Filename:zprime_mm_events
89 NTuple: True
90
91 Parallelization method : local
92
93 #Vegas
94 nSess_1: 20
95 nCalls_1: 100000
96 nSess_2: 20
97 nCalls_2: 100000

```

Salve esse arquivo na pasta work do seu diretório do calchep e rode com o comando:

```
1 ./calchep_batch batch_file_z
```

Ele vai gerar um arquivo .lhe.gz que pode ser descompactado com o comando:

```
1 gunzip zprime_mm_events-MZp1000.lhe.gz
```

Exercício 7:

Using the root ntuple from the LHE event file, plot individual muons pseudorapidity, transverse momentum, muon pair rapidity and muon pair invariant mass.

Após descompactado o arquivo anterior, um novo arquivo .C aparecerá, após isso podem ser feitas algumas alterações neste arquivo para escrevê-lo num arquivo .root com o nome zprime.mass e obter os histogramas pedidos pelo exercício. Este arquivo se encontra neste repositório com o nome zprime.massa.root e pode ser aberto com os comandos:

```

1 //Pelo terminal
2 root -l zprime.mass.root
3 TBrowse t

```

As Figuras abaixo mostram a pseudo-rapidez, momentum transversal, rapididade e massa invariante do muon, respectivamente.

Figura 3: Seção Transversal em função da Pseudo-rapidez

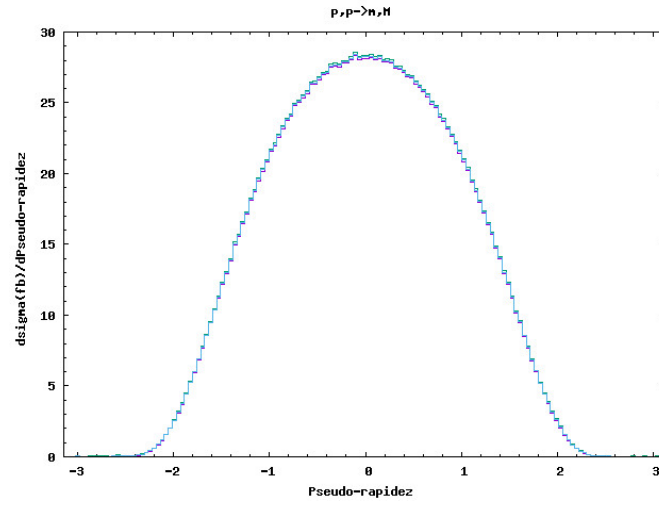


Figura 4: Seção Transversal em função do momentum transverso

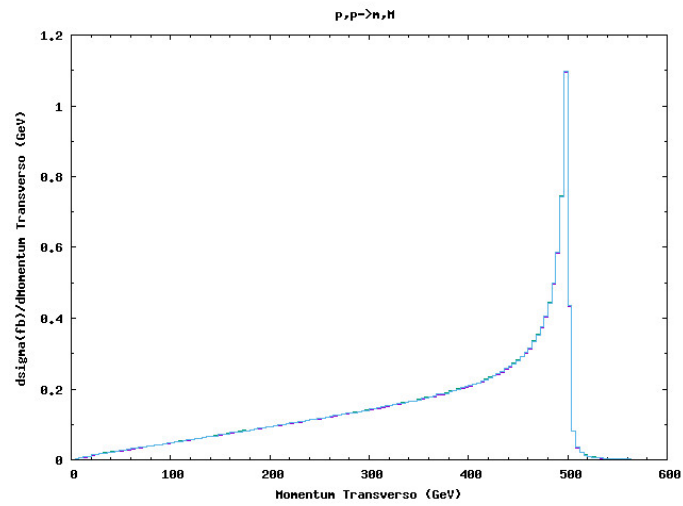


Figura 5: Seção Transversal em função da rapidez

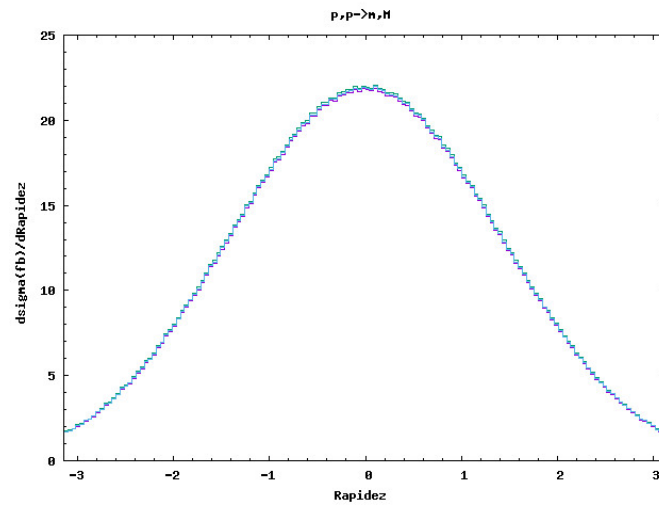


Figura 6: Seção Transversal em função da massa invariante

