

2020春季学期

高能物理中的蒙特卡洛方法

Monte-Carlo Methods in High Energy Physics



李强 技术物理系

qliphy0@pku.edu.cn

一教104 (网络教学用Skype)

每周五 上午 3-4节 10: 10-12: 00

<https://join.skype.com/nnXtJFISkCct>

希望各位同学安装、学习如下程序：

CERN Root5/6
Python, C++, Fortran
LHAPDF5/6
MadGraph (ExRootAnalysis, [lhereader](#))
Pythia8, HEPMC2
FastJet
Delphes
MCFM or VBFNLO or MATRIX

背景及介绍

在**高能物理的理论和实验领域**，蒙特卡洛方法得到了很大的应用和发展。本课程**前半程**主要是阐明蒙卡方法的历史及基础，**后半段**则结合高能物理特别是对撞机物理的近期进展给予详细介绍。

课程注重**理论与实践相结合**，力图使学生获得扎实的物理和编程训练。开阔眼界，应对前沿需求。

本科生必修课程《计算物理》的提高版本：

更多蒙特卡洛的方法介绍及应用；
大数据的计算获取及分析。

研究生《场论》、《粒子物理》课程的实践版本：

掌中“实验”，与理论验证；
图像化，可见性。

研究生选修课程《Root软件》等的大规模应用

Fortran, C++, Python, Root快速使用

0. 简介: Linux, Programming

1. 高能物理事例产生初步:

理论基础: 矩阵元, 相空间, LO, NLO, 直方图, 权重

讨论演示: $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$, LHE分析;

$pp \rightarrow W^+W^- \rightarrow e\nu\mu\nu$, 角度分析

<http://home.thep.lu.se/~torbjorn/talks/van1ho.pdf>

https://conference.ippp.dur.ac.uk/event/309/contributions/1286/attachments/1054/1203/MC3_krauss.pdf

<http://users.ictp.it/~smr2463/lect/Ellis-3.pdf>

2. 随机数及简明概率论

讨论演示: 随机数统计检验, χ^2 分布

3. 蒙卡方法初步

讨论演示: 蒙卡积分; 重复MG结果

4. 强子对撞机过程概述

https://www.phys.ufl.edu/~rfield/cdf/UVa_RickField_3-2-16.pdf

https://indico.cern.ch/event/432527/contributions/1072410/attachments/1321213/1981420/xSections_ICHEP_2016_final_photosd.pdf

5. 部分子簇射: Pythia, Herwig, Sherpa

<http://home.thep.lu.se/~torbjorn/Pythia.html>

<https://indico.cern.ch/event/438776/attachments/1159226/1668171/herwig.pdf>

<https://indico.cern.ch/event/369827/contributions/875691/attachments/1165138/1679417/gieseke.pdf>

讨论演示: Pythia6/8 示例

6. 喷注物理

<https://www.physics.sjtu.edu.cn/madgraphschoo/index.php?q=node/29>

https://indico.cern.ch/event/346738/contributions/813675/attachments/684118/939687/14_JetPhysics.pdf

讨论演示: FastJet使用

7. Matching and Merging

<https://www.physics.sjtu.edu.cn/madgraphschoo/index.php?q=node/29>

<https://indico.cern.ch/event/669309/timetable/?view=standard>

讨论演示: 不同精度的DY过程的模拟

8. CMS实验的蒙卡

讨论演示: CMS模拟数据流程

9. 高阶产生子: MCFM, MATRIX, VBFNLO

讨论演示: 不同产生子的对比

10. CEPC、Belle及EIC实验的产生子

讨论演示: $e^+e^- \rightarrow ZH$ w/wo ISR

11. 未来发展趋势

12. 探测器快速模拟Delphes

https://www.physics.sjtu.edu.cn/madgraphschool/sites/www.physics.sjtu.edu.cn/madgraphschool/files/delphes_MG_school.pdf

13. 高能物理中的机器学习

讨论演示: Zprime寻找

14. Rivet, Opendata

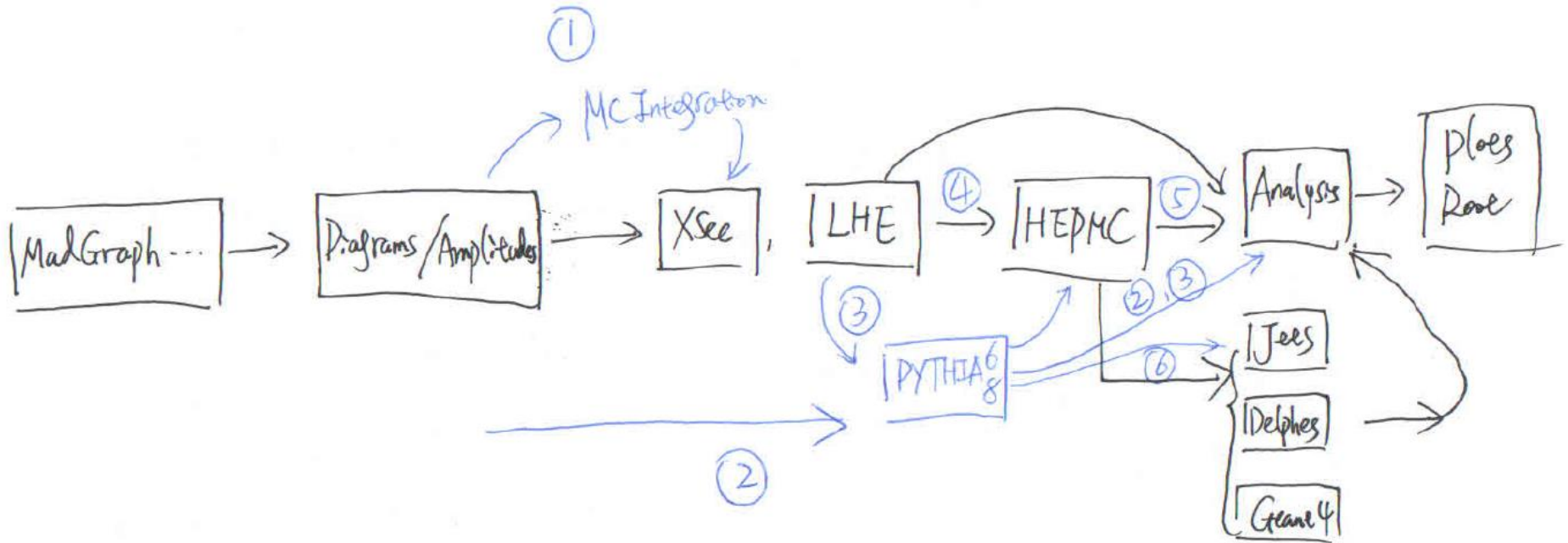
<https://rivet.hepforge.org/>

<http://opendata.cern.ch/docs/about-cms>

讨论演示: MC与数据对比

15. 物理分析引导: HWW测量,电弱物理分析, Boost Jet分析

MadGraph → Diagrams/Amplitudes → MC integration → Xsec, LHE (weighted/unweighted)
→ Pythia6/8 → HEPMC → Jet, reconstruction, Simulation



C++ version of MG, Analysis package...

课件+文献讲解+讨论报告

重复演示内容，总结思考调研

1.1 $e^+ e^- \rightarrow \mu^+ \mu^-$ 的事例产生及分析

1.2 $p p > Z$ 不同模拟样本的产生和比较

在6月XX日前交给 qliphy@gmail.com

授课对象、教材

1. An Introduction to PYTHIA 8.2, Comput. Phys. Comm. 178 (2008) 852
2. FastJet user manual, Eur.Phys.J. C72 (2012) 1896
3. Monte Carlo Generators, hep-ph/0611247
4. Introduction to Monte Carlo methods, hep-ph/0006269
5. **1412.4677, 1304.6677, 0911.5286, 1207.2389**
6. 科学出版社, 计算物理学, 马文淦 世界图书出版公司

先修课程 C++或Fortran 粒子物理简介 推荐先修 王思广老师的Root课

授课对象: 高能物理实验或理论方向研究生一年级下学期、二年级上学期;
高年级本科生

人数: 10-30人

学时: 2学分32学时

<https://vidyoportal.cern.ch/join/YvaN3UIj75>

Name PKUVV

Description SMPVV

Extension 10671984

