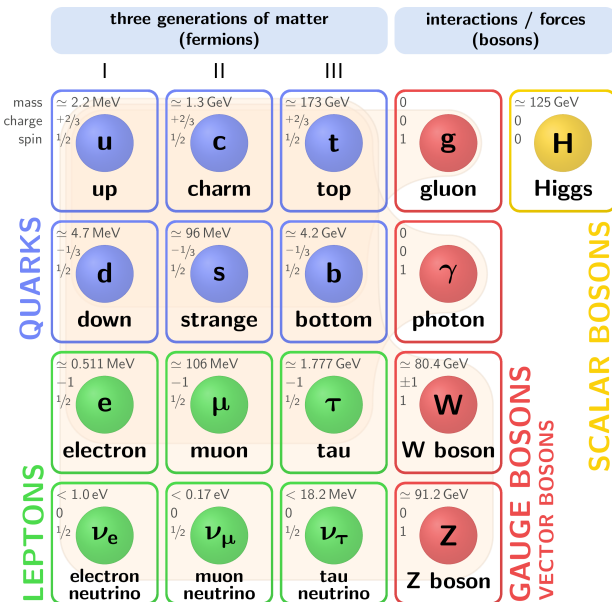


Вимірювання диференційних перерізів народження $t\bar{t}$ з
використання CMS Open Data

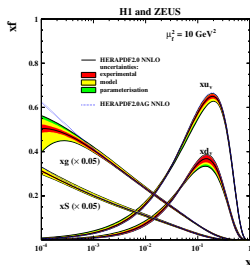
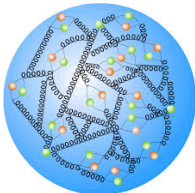
Олександр Зенаєв

Стандартна модель (CM)

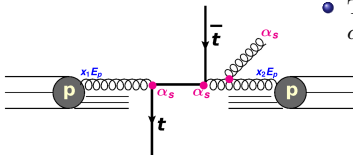


- Топ кварк (t) є найважчою елементарною частинкою в Стандартній Моделі
- Tevatron (Fermilab) і LHC (CERN)
- Дослідження процесів з топ кварками (перерізи народження і властивості) дозволяє перевірити/покращити існуючі теоретичні моделі і створити/спростувати нові моделі

Народження топ кварків у зіткненнях протонів



- Протон складається з uud кварків що взаємодію через обмін глюонів: густина розподілу партонів (parton distribution functions, PDFs)
- Квантова хромодинаміка (Quantum Chromodynamics, QCD) описує сильну взаємодію кварків і глюонів
- Пертурбувативний режим (теорія збурень): $\alpha_S(\mu) < 1$, $\mu \sim 1 \text{ GeV} \gg \Lambda_{QCD}$
- $\sigma = \sum_{i=0}^n \sigma_i \alpha_S^i$
- PDFs параметризують непертурбативну фізику; на даний момент їх не обчислюють, а визначають з експериментальних даних: $f_{q,\bar{q},g}(\mu, x)$
- Дані з народження топ кварків є суттєвим джерелом інформації про глюонні PDFs за великих значень x (важливо для пошуків нової фізики)
- Також з перерізів народження топ кварків визначають α_S і m_t (вільні параметри CM)



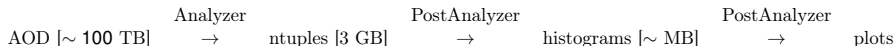
- <https://cms-opendata-guide.web.cern.ch/>
- Репозиторії з прикладами:
 - ▶ <https://github.com/cms-opendata-validation>
 - ▶ <https://github.com/cms-opendata-analyses>
- Зазвичай аналіз містить дві частини:
 - ▶ обробка “сирих” CMS даних з використанням CMS software (CMSSW) і створення ROOT нтуплів [Analyzer]
 - RECO, AOD, MiniAOD, NanoAOD ...
 - потрібний значний CPU ресурс та інтернет трафік (зазвичай використовують комп’ютерний кластер)
 - ▶ обробка ROOT нтуплів (без CMSSW) [PostAnalyzer]
 - можна працювати на будь-якому комп’ютері (хвилини або секунди)

Практичне завдання: обробка CMS AOD даних за 2011 рік [Analyzer]

- <https://cms-opendata-guide.web.cern.ch/>
- Перший раз завантажити контейнер із CMS software:

```
docker run -it --name my_od \  
--net=host \  
--env="DISPLAY" \  
-v $HOME/.Xauthority:/home/cmsusr/.Xauthority:rw \  
-v $HOME/cms_od_work:/home/cmsusr/cms_open_data_work \  
cmsopendata/cmssw_5_3_32-slc6_amd64_gcc472 /bin/bash  
  
exit
```

- Наступного разу запустити контейнер:
`docker start -ai my_od`
- Далі виконувати інструкції для Analyzer із <https://github.com/zenaiev/2011-ttbar/tree/2024> (гілка '2024') і запустити Analyzer для одного файлу з даними і МК



- Завантажити ROOT нtuple (що створені Analyzer, 2.8 ГБ)
<https://cernbox.cern.ch/s/UmbXF1XxVrT4whQ>
- Перемістити їх (або посилання на них) в директорії PostAnalyzer:

```
cd PostAnalyzer
ln -s DOWNLOAD/ntuples-data ./
ln -s DOWNLOAD/ntuples-mc ./
```

- Виконувати інструкції для PostAnalyzer із
<https://github.com/zenaiev/2011-ttbar>

```
cd PostAnalyzer
./ttbarMakeHist
./ttbarMakePlots
```