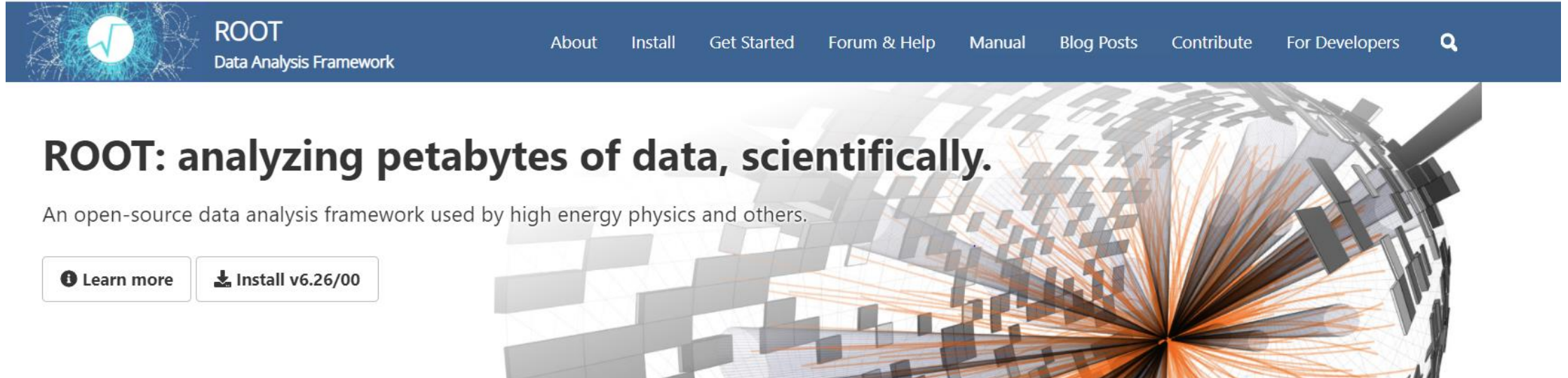


Cząstki Elementarne i Oddziaływania – laboratorium



The banner features a dark blue header with the ROOT logo (a stylized square root symbol) and the text "ROOT Data Analysis Framework". To the right of the logo are navigation links: "About", "Install", "Get Started", "Forum & Help", "Manual", "Blog Posts", "Contribute", and "For Developers", followed by a search icon. Below the header, the main text reads "ROOT: analyzing petabytes of data, scientifically." in a large, bold, black font. Underneath this is a smaller line of text: "An open-source data analysis framework used by high energy physics and others." At the bottom left of the banner are two buttons: "Learn more" with an information icon and "Install v6.26/00" with a download icon. The background of the banner is a 3D visualization of particle tracks, showing a central point from which many lines radiate outwards, some in orange and some in grey, against a grid of cubes.

ROOT: analyzing petabytes of data, scientifically.

An open-source data analysis framework used by high energy physics and others.

[Learn more](#) [Install v6.26/00](#)

Logowanie i instrukcje do ROOTa

logowanie przez taurus.fis.agh.edu.pl
potem: ssh -XY id@lhcbd1

Katalog z zasobami: /data4/edu/ceo/2022

<https://root.cern/>
<https://root.cern/primer/>
<https://root.cern/manual/>

Laboratorium 1

Generacja 2- i 3- ciałowego rozpadu.
Transformacje z układu własnego
rozpadającej się cząstki do układu detektora

TGenPhaseSpace Class Reference

Math » Legacy Physics Classes

Utility class to generate n-body event, with constant cross-section (default) or with Fermi energy dependence (opt="Fermi").

The event is generated in the center-of-mass frame, but the decay products are finally boosted using the betas of the original particle.

The code is based on the GENBOD function (W515 from CERNLIB) using the Raubold and Lynch method F. James, Monte Carlo Phase Space, CERN 68-15 (1968)

see example of use in [PhaseSpace.C](#)

Note that Momentum, Energy units are GeV/c, GeV

Definition at line 15 of file [TGenPhaseSpace.h](#).

<https://root.cern.ch/doc/master/classTGenPhaseSpace.html>

Uruchomienie programu w ROOCie:

- ```
root [1] .x PhaseSpace.C
```
- Gdy program ma inną nazwę niż funkcja:

```
root [5] .L PhaseSpace.C
root [5] inna_nazwa()
```
  - Gdy kompilujemy w RooCie (ale wcześniej dodajemy `#include ...`):

```
root [5] .L PhaseSpace.C+
root [5] PhaseSpace()
```

```
#include <iostream>
#include "TH1D.h"
#include "TCanvas.h"
#include "TGenPhaseSpace.h"
#include "TLorentzVector.h"
```

# Laboratorium 1 - przykład

```
void PhaseSpace() {

 if (!gROOT->GetClass("TGenPhaseSpace")) gSystem->Load("libPhysics");

 TLorentzVector target(0.0, 0.0, 0.0, 0.938);
 TLorentzVector beam(0.0, 0.0, .65, .65);
 TLorentzVector W = beam + target;

 //(Momentum, Energy units are GeV/C, GeV)
 Double_t masses[3] = { 0.938, 0.139, 0.139} ;

 TGenPhaseSpace event;
 event.SetDecay(W, 3, masses);

 TH2F *h2 = new TH2F("h2","h2", 50,1.1,1.8, 50,1.1,1.8);

 for (Int_t n=0;n<100000;n++) {
 Double_t weight = event.Generate();

 TLorentzVector *pProton = event.GetDecay(0);

 TLorentzVector *pPip = event.GetDecay(1);
 TLorentzVector *pPim = event.GetDecay(2);

 TLorentzVector pPPip = *pProton + *pPip;
 TLorentzVector pPPim = *pProton + *pPim;

 h2->Fill(pPPip.M2() ,pPPim.M2() ,weight);
 }
 h2->Draw();
}
```

<https://root.cern.ch/doc/master/classTLorentzVector.html>

## TLorentzVector

**class TLorentzVector : public TObject ;**

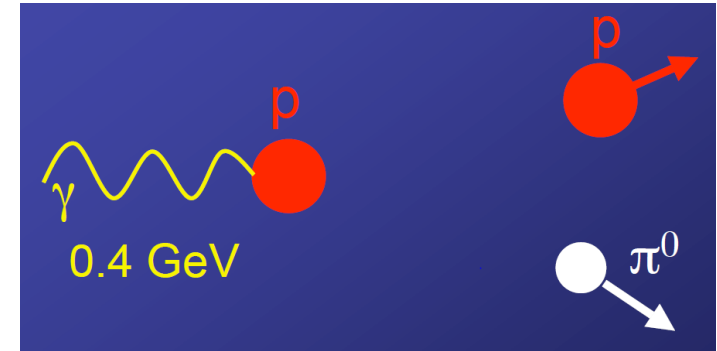
**TLorentzVector** fourMom( $p_x, p_y, p_z, E$ )  
**TLorentzVector** fourVec( $x, y, z, t$ )

**fourMom.M();** /\* Returns the mass \*/  
**fourMom.Beta();** /\* Returns  $\beta$  \*/  
**fourMom.Gamma();** /\* Returns  $\gamma$  \*/  
**fourMom.Theta();** /\* Return polar angle  $\theta$  \*/  
**fourMom.Phi();** /\* Returns azimuthal angle  $\phi$  \*/  
**fourMom.Boost( $P_x, P_y, P_z$ );** /\* Boost vector \*/

**TLorentzVector** totalMom = fourMom1+fourMom2;  
/\* Add LorentzVectors! \*/

<https://root.cern.ch/root/html532/tutorials/physics/PhaseSpace.C.html>

# Laboratorium 1 - przykład



Load the physics library to use  
TGenPhaseSpace/TLorentzVector

Define initial 4-momenta

Masses of final-state particles

Define Decay for TGenPhaseSpace

Book a histogram for results

Generate events!!

Extract 4-momenta of  
final-state particles

Update histogram

Draw histogram

```
{
 gSystem.Load("libPhysics");

 TLorentzVector target(0.0, 0.0, 0.0, 0.938);
 TLorentzVector beam(0.0, 0.0, .4, .4);
 TLorentzVector W = beam + target;

 Double_t masses[2] = { 0.938, 0.135 };

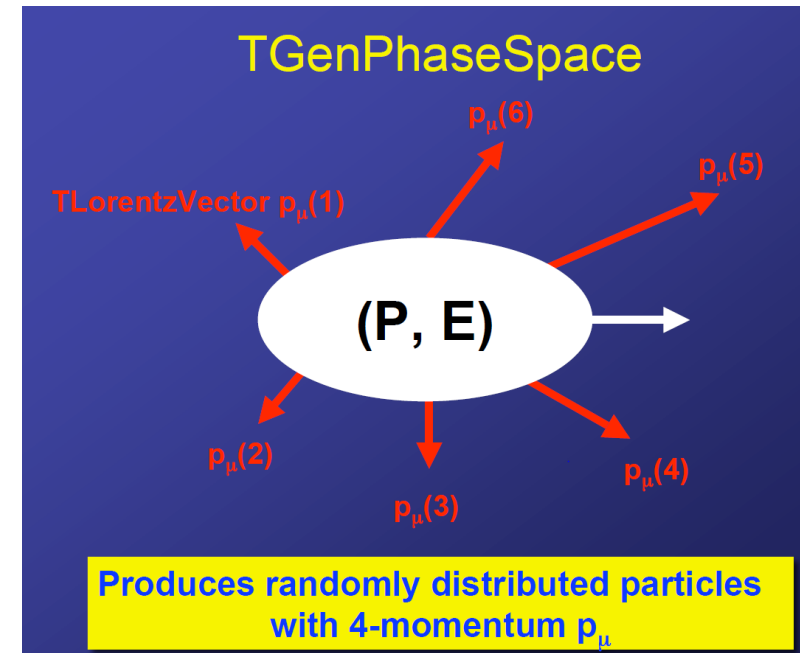
 TGenPhaseSpace event;
 event.SetDecay(W, 2, masses);

 TH1D *h = new TH1D("his", "Theta", 100, 0, 180);

 for (Int_t n=0;n<100000;n++) {
 event.Generate();

 TLorentzVector *pProton = event.GetDecay(0);
 TLorentzVector *pPi0 = event.GetDecay(1);

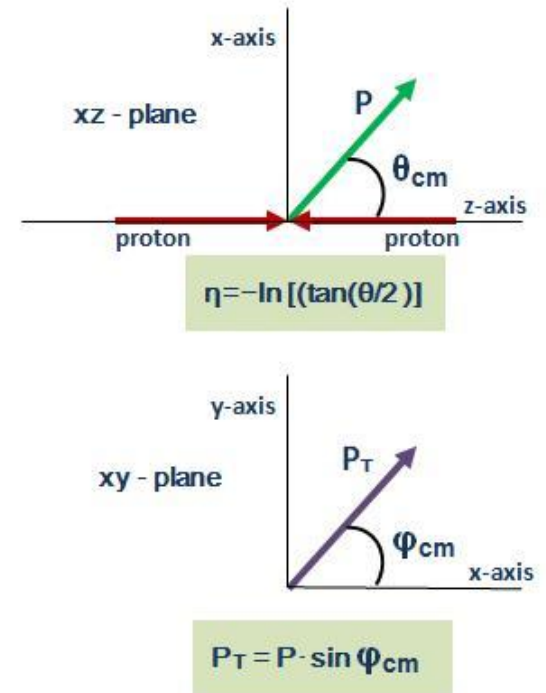
 h->Fill(pPi0->Theta()*57.3);
 }
 h->Draw();
}
```



[http://physik.uibk.ac.at/hephy/praktikum/tau/TGenPhaseSpace\\_docu.pdf](http://physik.uibk.ac.at/hephy/praktikum/tau/TGenPhaseSpace_docu.pdf)

## Laboratorium - zadanie

1. Przy użyciu `TGenPhaseSpace` i `TLorentzVector` wygenerować rozpad  $K^{*-} \rightarrow K^- \pi^0$ . Mezon  $K^{*-} \rightarrow K^- \pi^0$  porusza się wzdłuż osi z z pędem 5.5 GeV.
2. Narysować histogramy prędkości  $\beta$  i czynnika Lorentza  $\gamma$  oraz następujących parametrów cząstek końcowych (w układzie cząstki rozpadającej się i w układzie detektora):
  - a) pędy i pędy poprzeczne,
  - b) kąt  $\theta$
  - c)  $\cos(\theta)$ ,
  - d) kąt pomiędzy potomkami,
3. Zbadać zależność kątów produkcji cząstek-potomków w laboratorium od pędu cząstki-rodzica. Np. narysować funkcję lub dwuwymiarowy histogram lub `TGraph`.
4. Powtórzyć zadania 1-3, ale wygenerować milion mezonów  $K^{*-}$  z pędem wylosowanym z rozkładu normalnego o średniej równej zadanemu pędowi 5.5 GeV mezonu i  $\sigma = 25$  MeV.
5. Porównać wyniki punktu 4 przy, gdy w detektorze rejestrować można jedynie pędy poprzeczne powyżej 500 MeV (wartość do ustalenia).
6. \*Narysować rozkłady energii dla 3-ciałowego rozpadu  $\beta$  w spoczynku.



[https://www.lhc-closer.es/taking\\_a\\_closer\\_look\\_at\\_lhc/0.momentum](https://www.lhc-closer.es/taking_a_closer_look_at_lhc/0.momentum)