

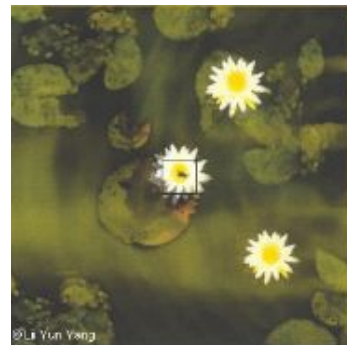
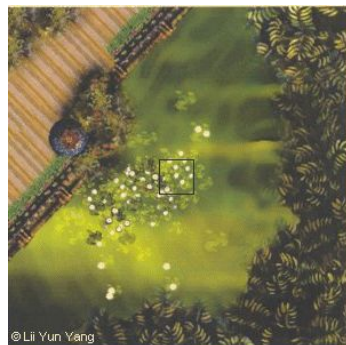
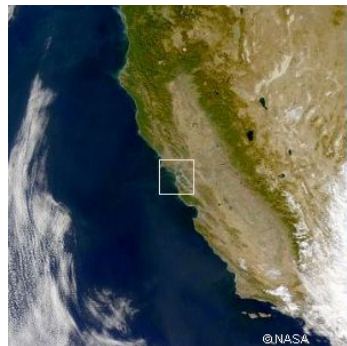


Vojtěch Pleskot, 9. 9. 2024

Rozměry



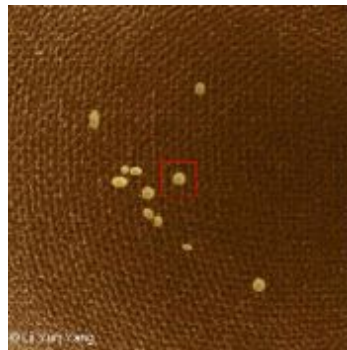
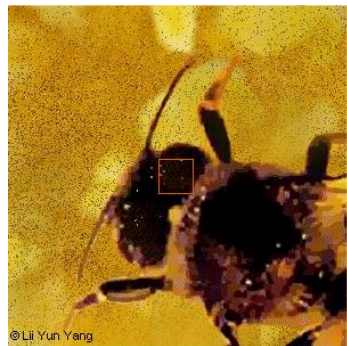
Rozměry



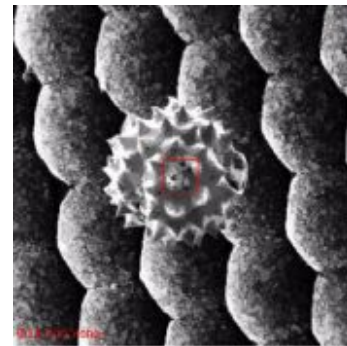
~ 1km

~ 1m

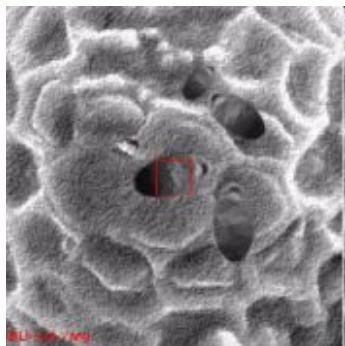
Rozměry



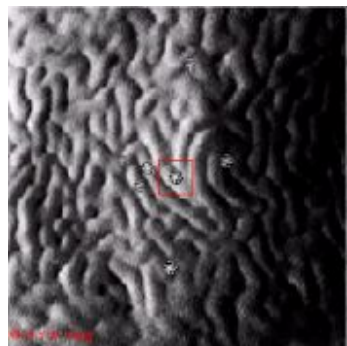
~ 1mm



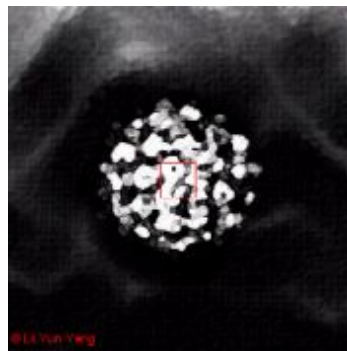
pyl



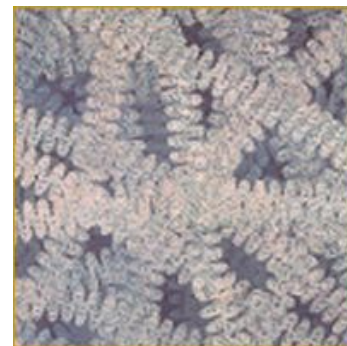
bakterie



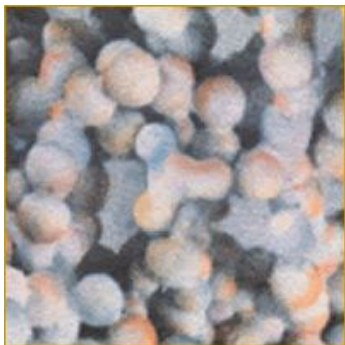
~ 1 μ m



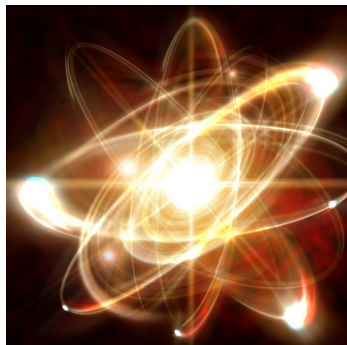
virus



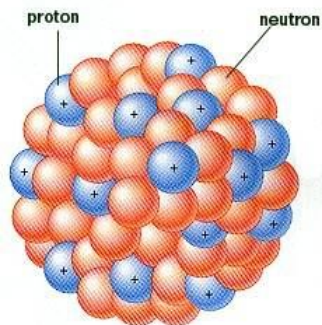
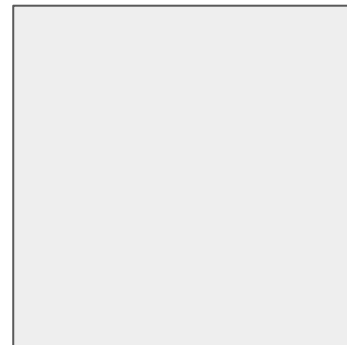
Rozměry



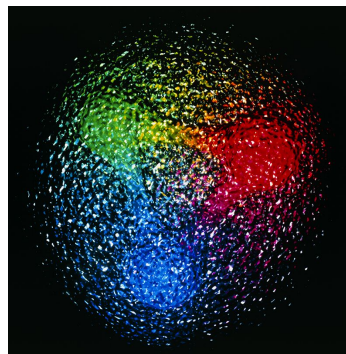
DNA



~ 0.1 nm



atomové jádro



proton

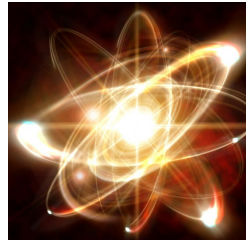
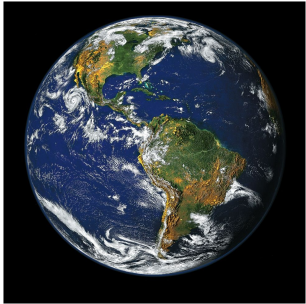


elektrony,
kvarky a
další
elementární
částice

menší než 10^{-18}
m

Rozměry

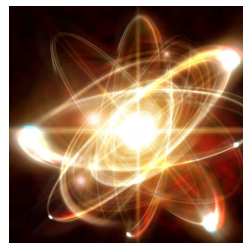
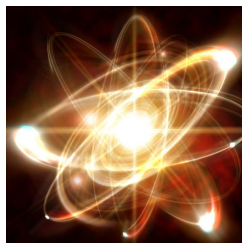
poloměr Země / poloměr tenisáku = poloměr tenisáku / poloměr atomu



Rozměry

poloměr tenisáku / poloměr atomu = poloměr atomu / velikost elektronu

(Pokud nějakou velikost vůbec má!
10⁻¹⁸ m je hranice našeho poznání...)



Rozměry

Elektron je s jistotou
menší než tenisák!



Rozměry

Elektron je s jistotou
10 000 000 000 000 000 000 krát
menší než tenisák!



Procházka po CERN















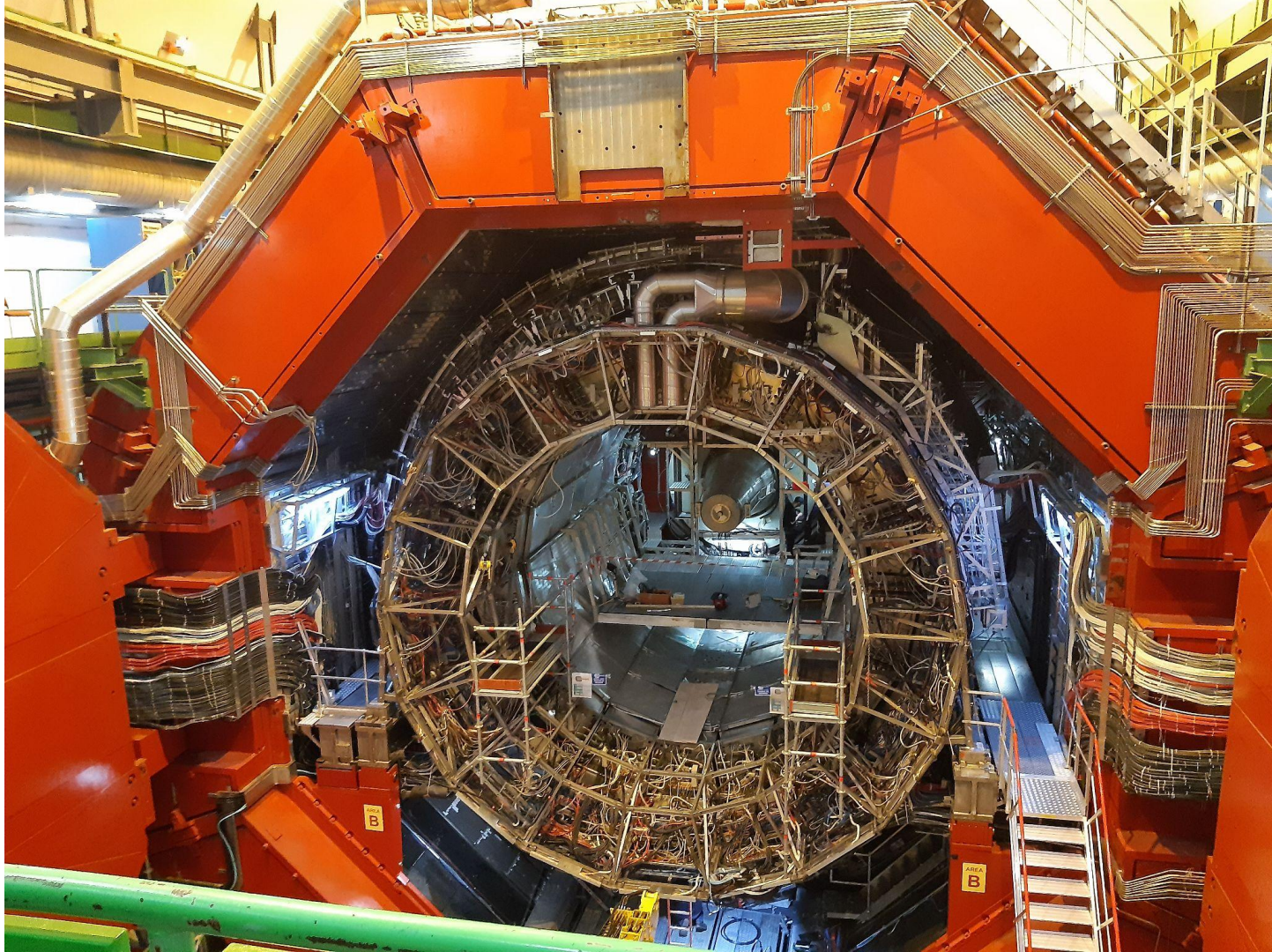


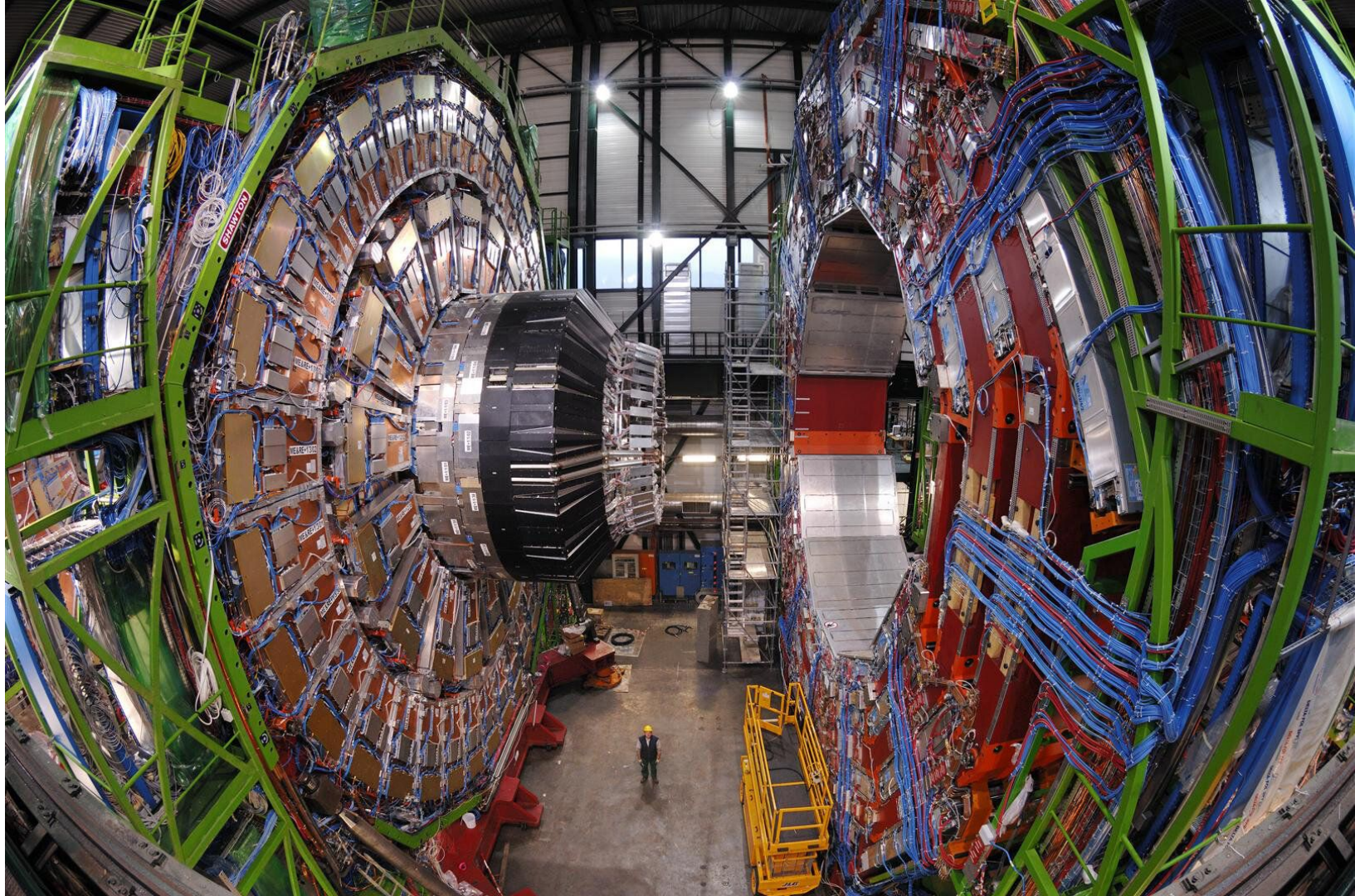










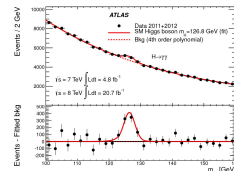




Jiří Kvita 2011

CERN =

= špičková věda



= nové technologie



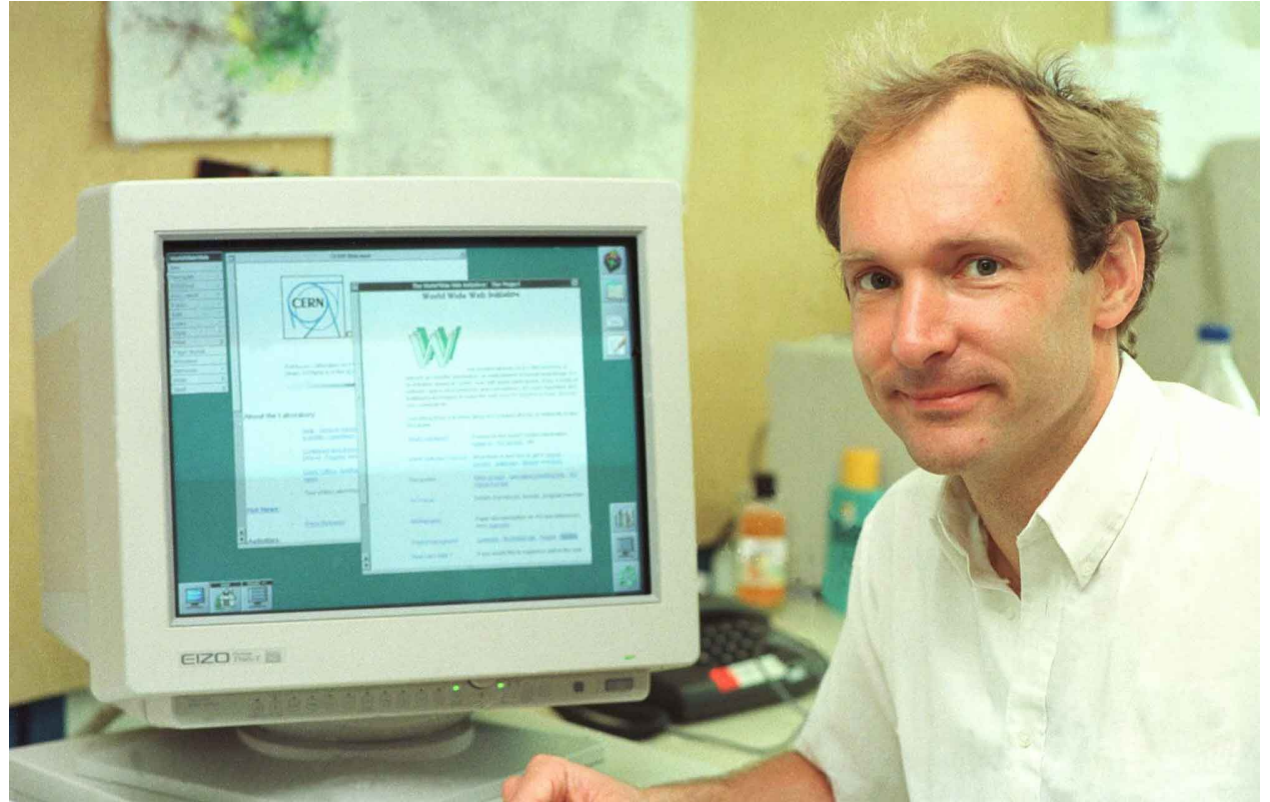
= vzdělávání



= mezinárodní spolupráce



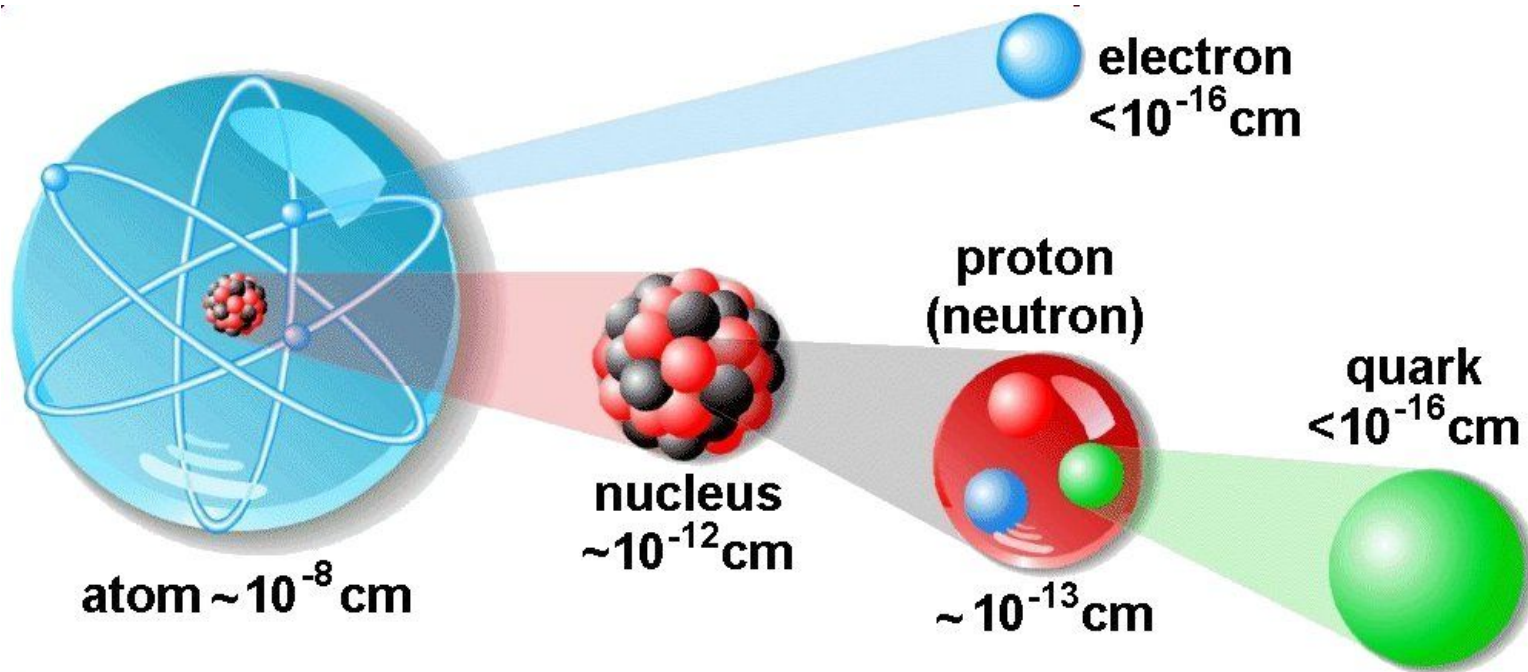
CERN - místo, kde se zrodil web



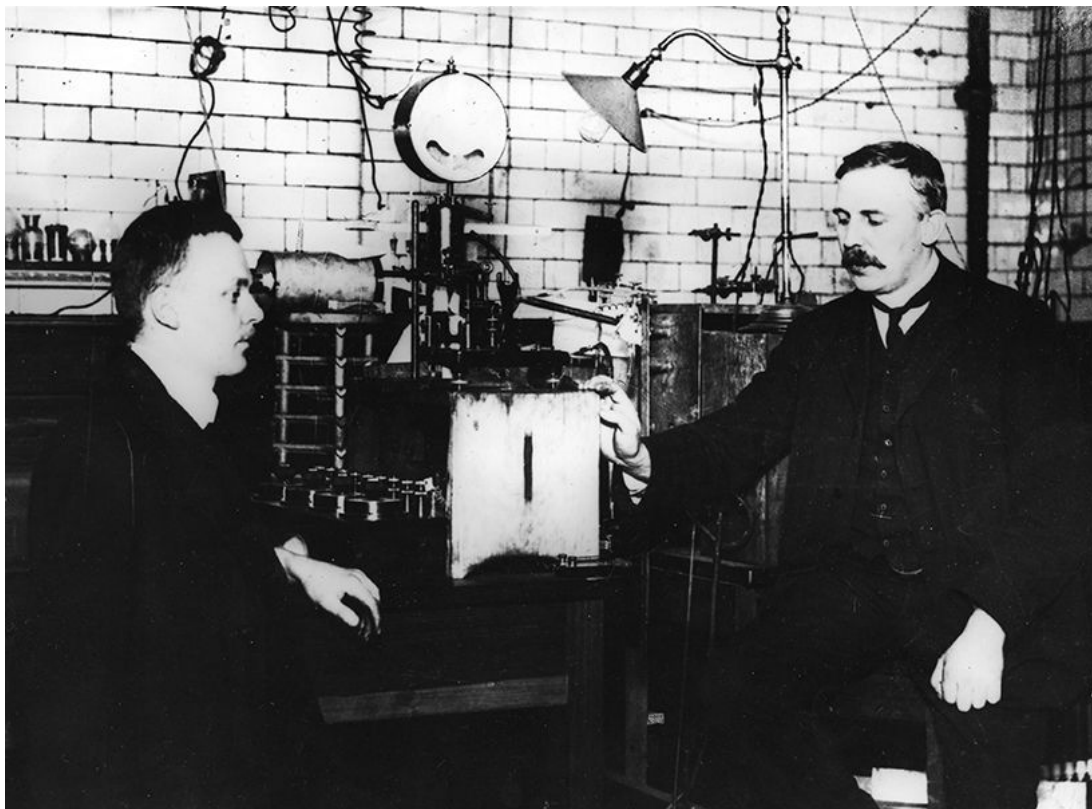
Elementární částice a jejich interakce



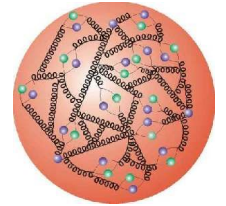
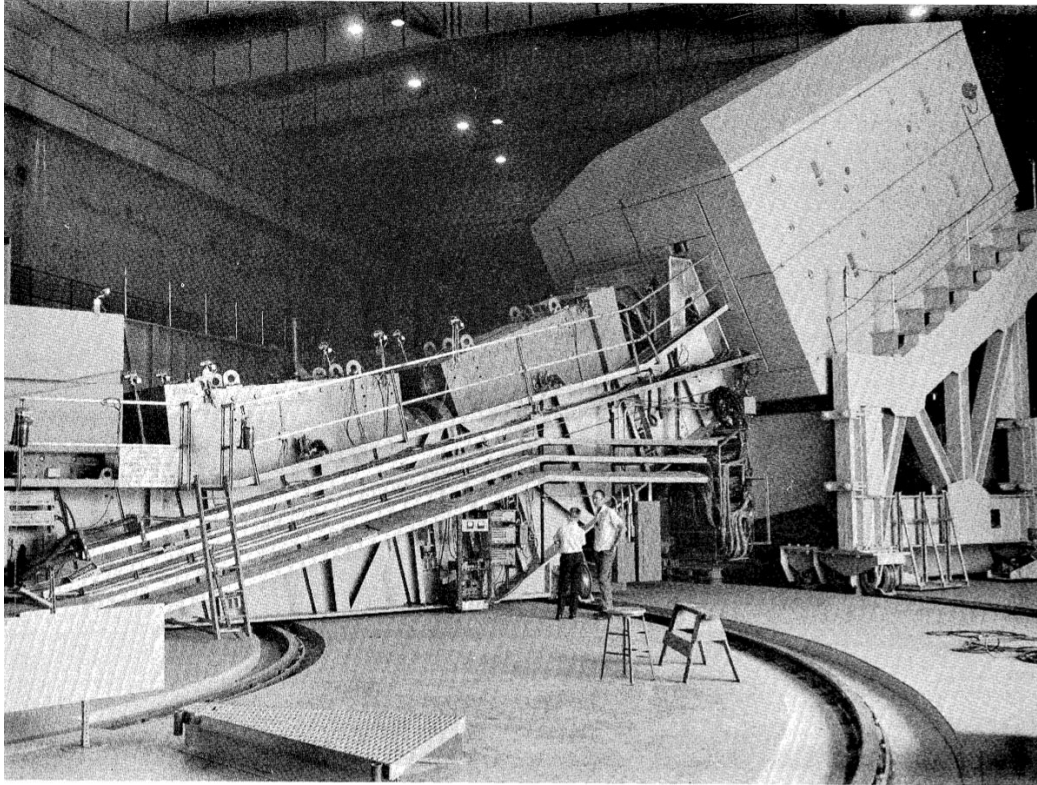
CERN - čím se zabývá



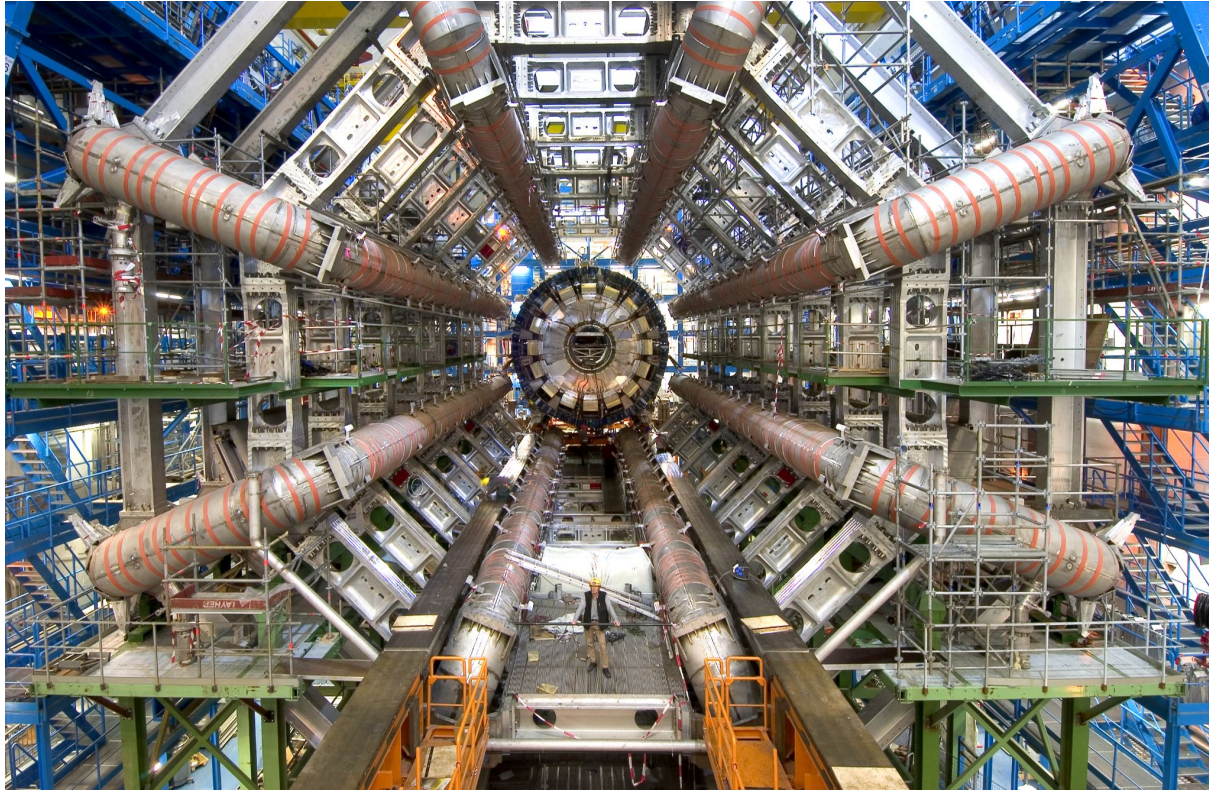
Mikroskopování částic částicemi (objev atomového jádra)



Mikroskopování částic částicemi (struktura protonu)

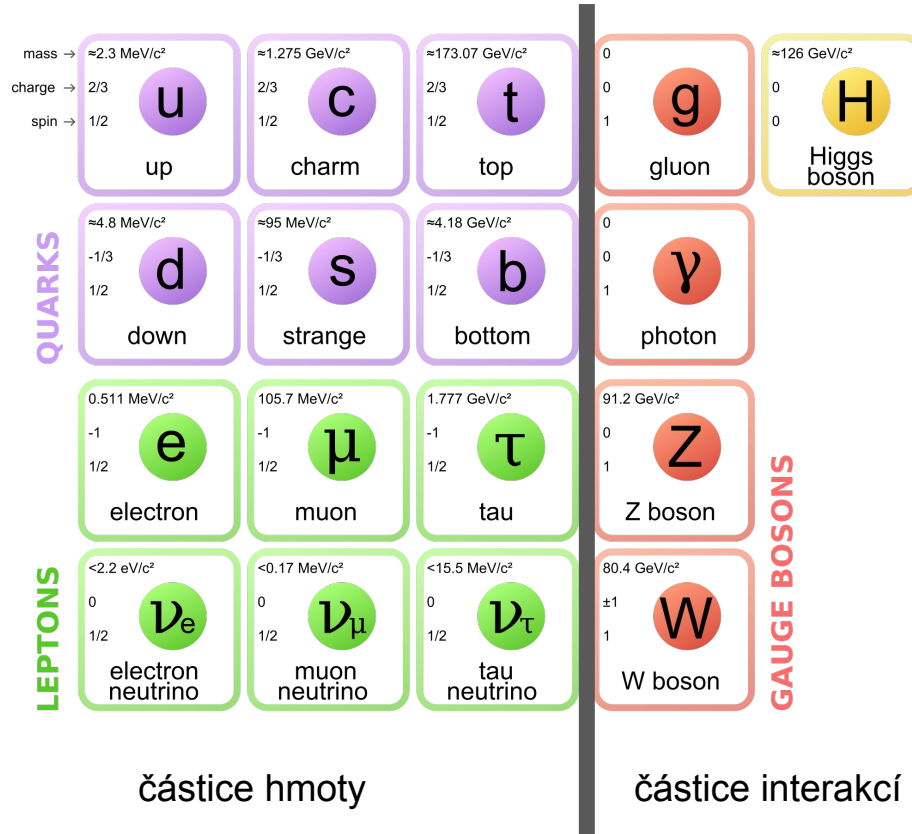


Mikroskopování částic částicemi (LHC...)

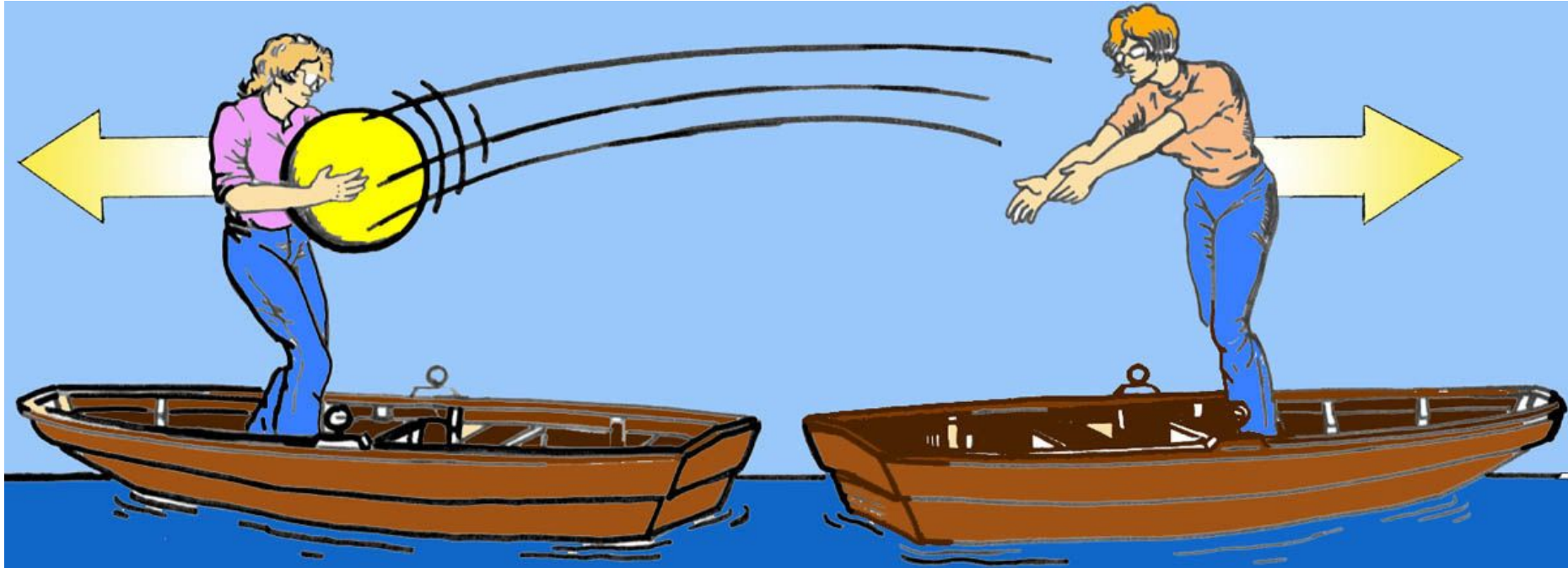


Prostorové rozlišení LHC: 10^{-19} m!

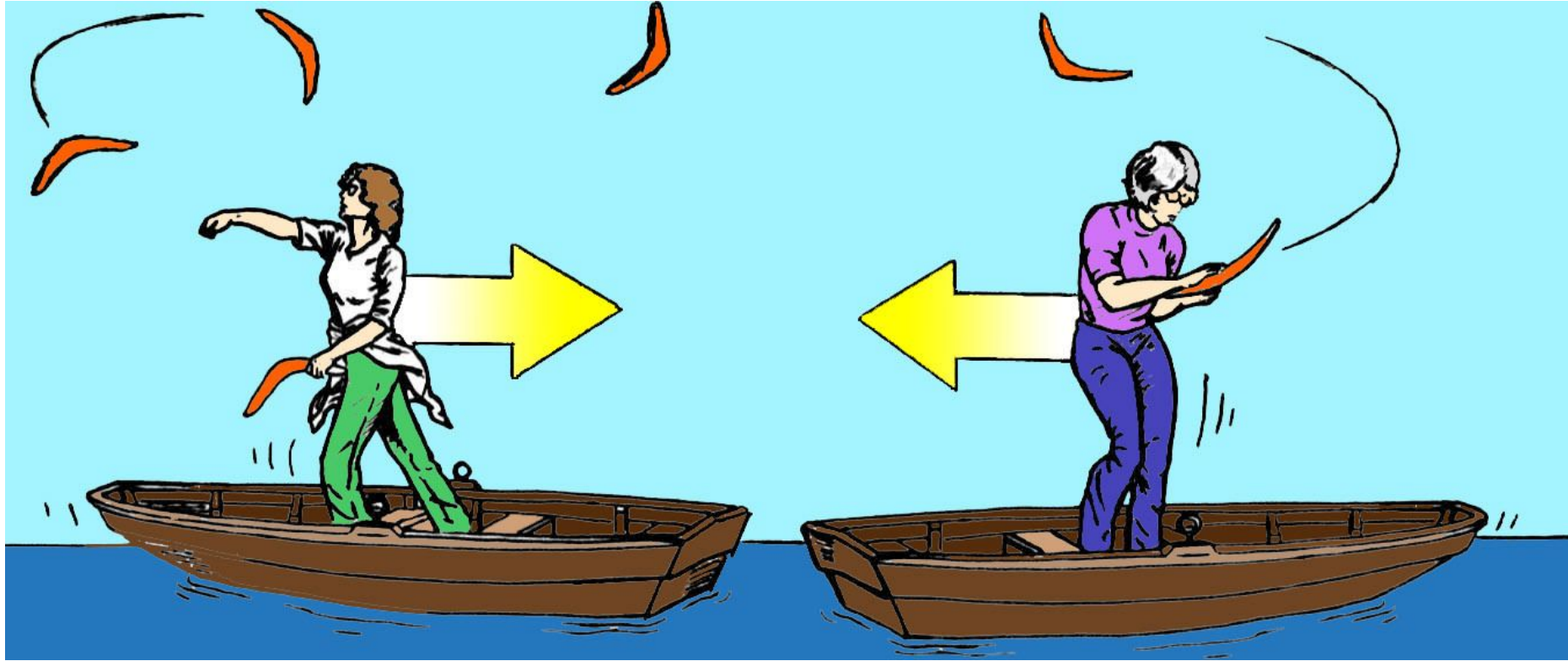
Elementární částice



Výměnný charakter sil

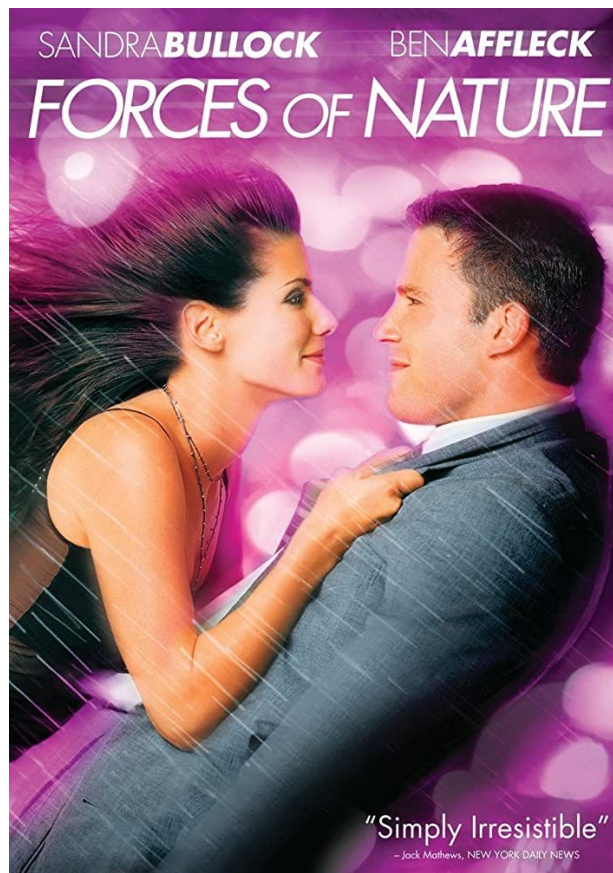


Výměnný charakter sil



Forces of nature

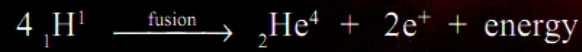
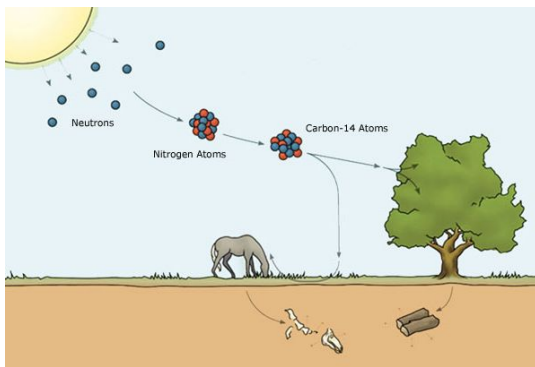
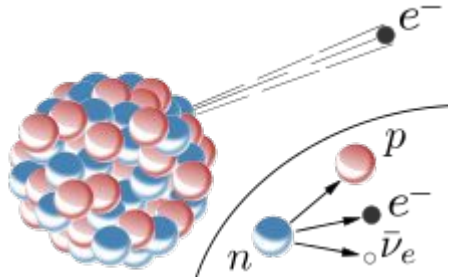
- Elektromagnetická
 - Slabá
 - Silná
-
- Gravitační



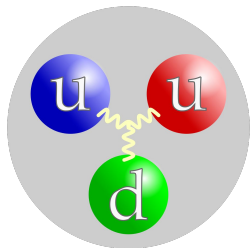
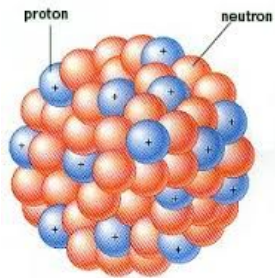
Elektromagnetická síla



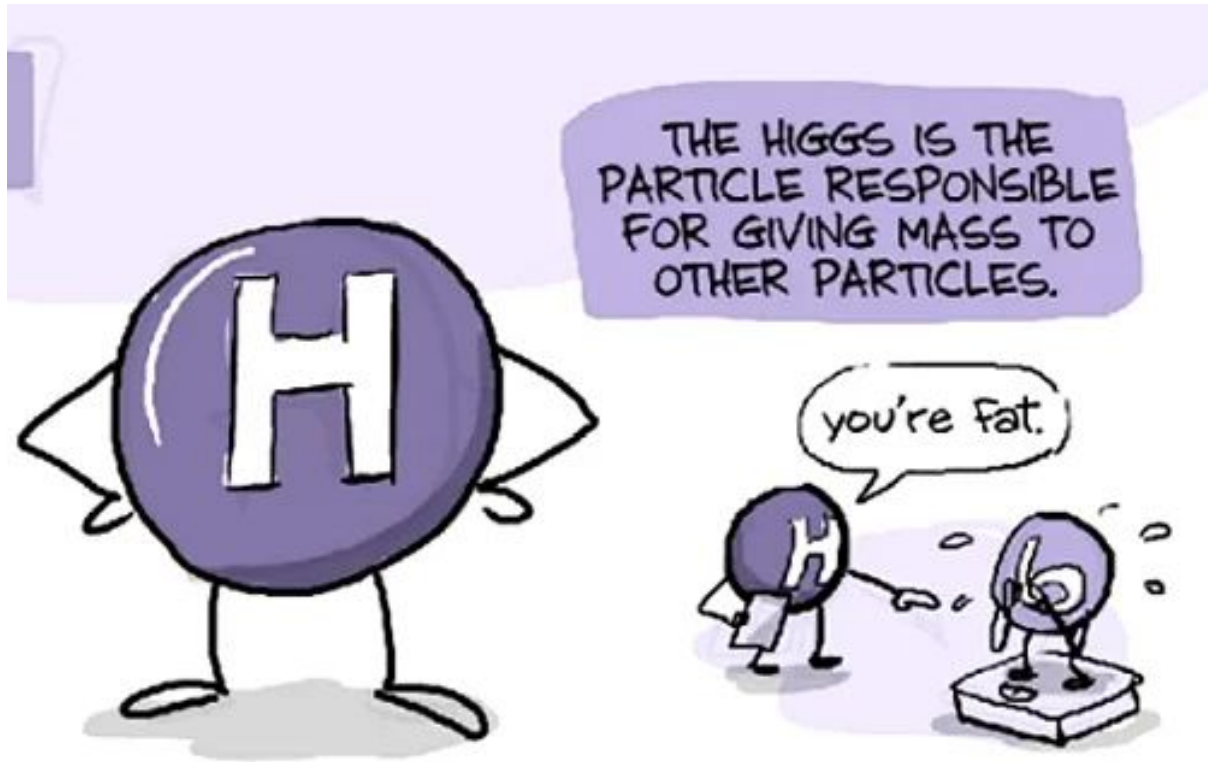
Slabá síla



Silná síla



Higgsův boson



POZOR: nesouvisí s gravitací!

Setrvačná hmotnost

- Odpor částice k urychlování



Jak to Higgs dělá?



Higgsovo pole



POZOR: nesouvisí se třením!

Jak to Higgs dělá?

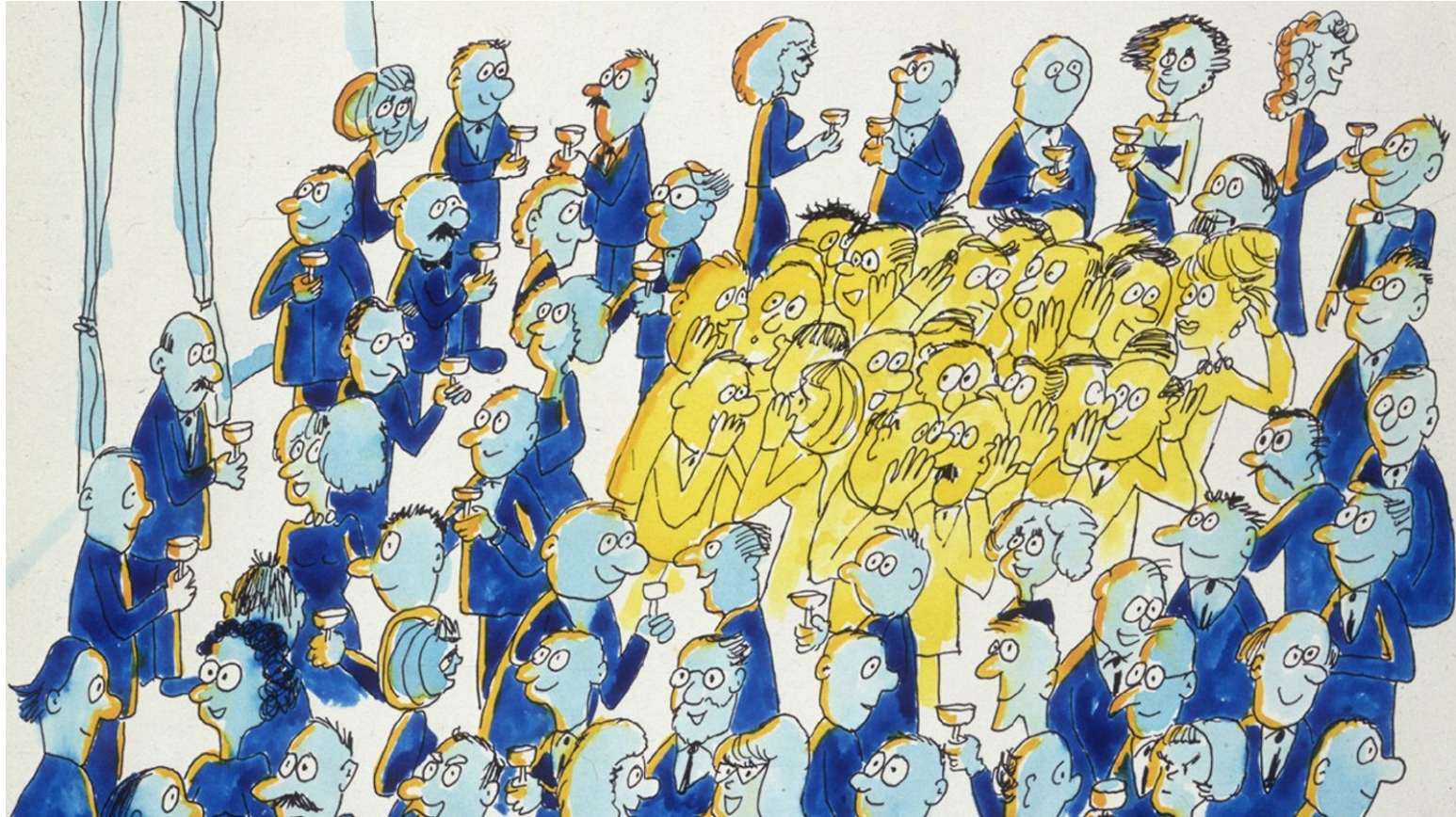


Higgsovo pole



POZOR: nesouvisí se třením!

Higgsův boson - excitace Higgsova pole



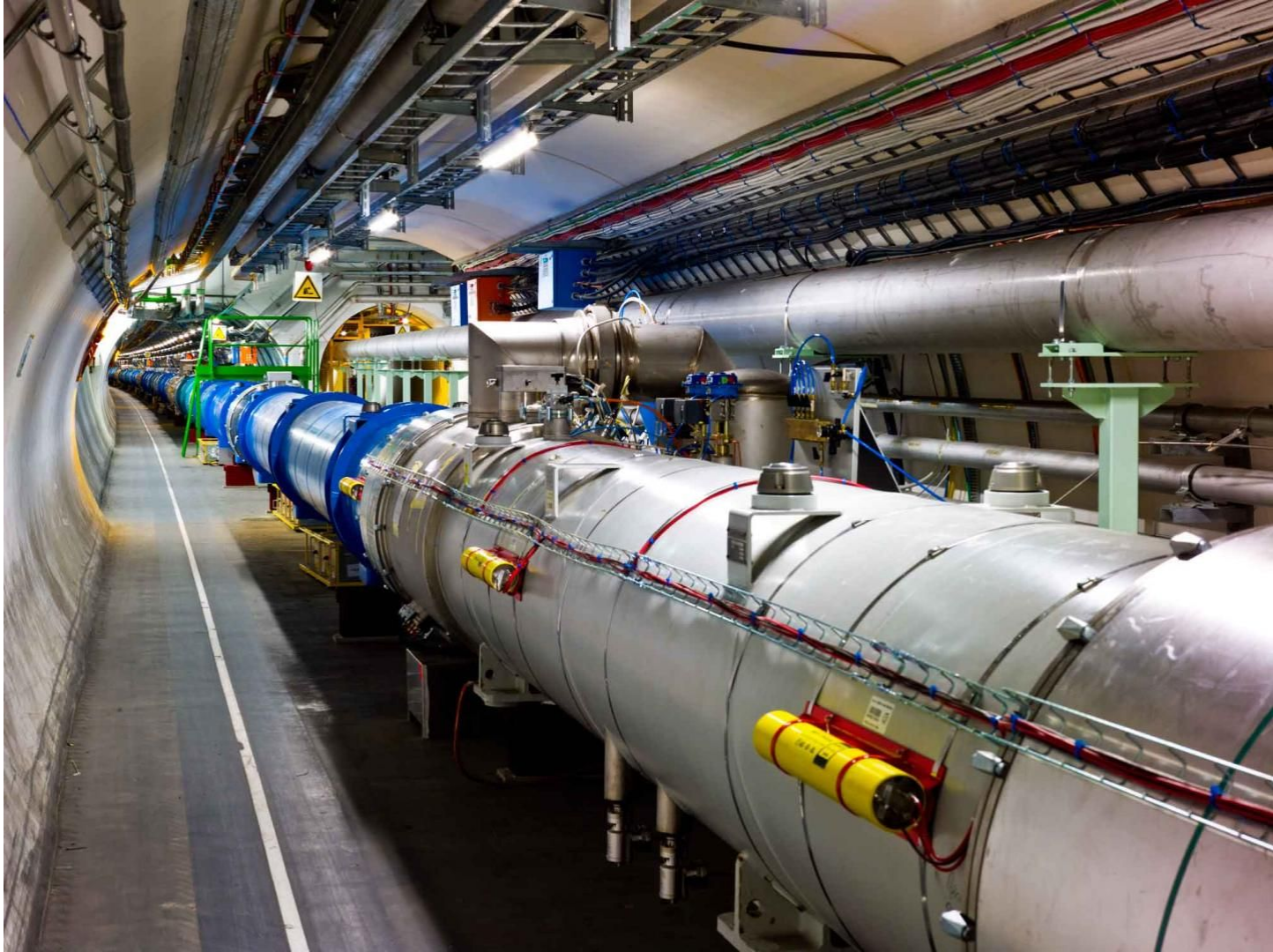
Large Hadron Collider



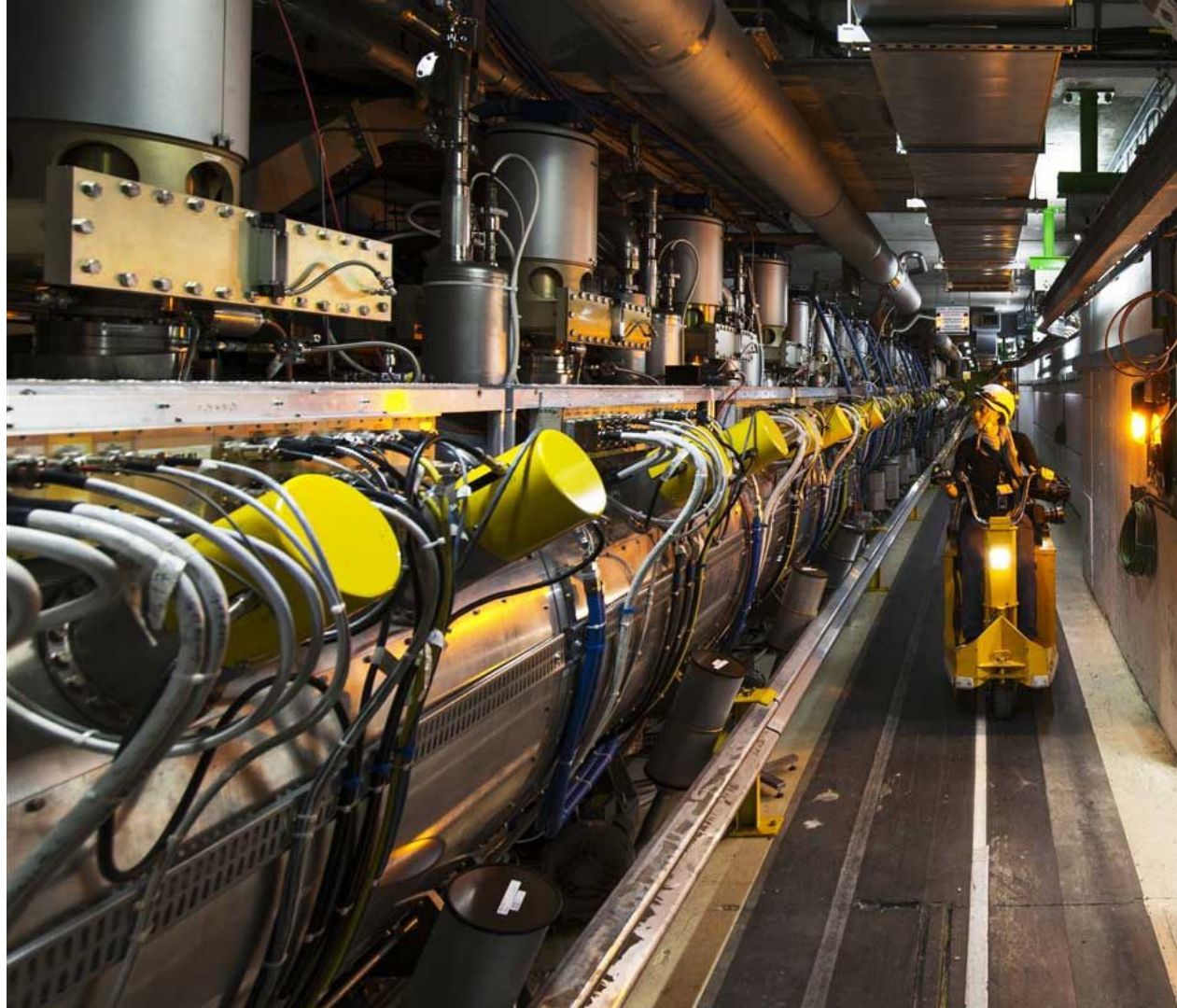
Large Hadron Collider (LHC)



Large Hadron Collider (LHC)



Large Hadron Collider (LHC)



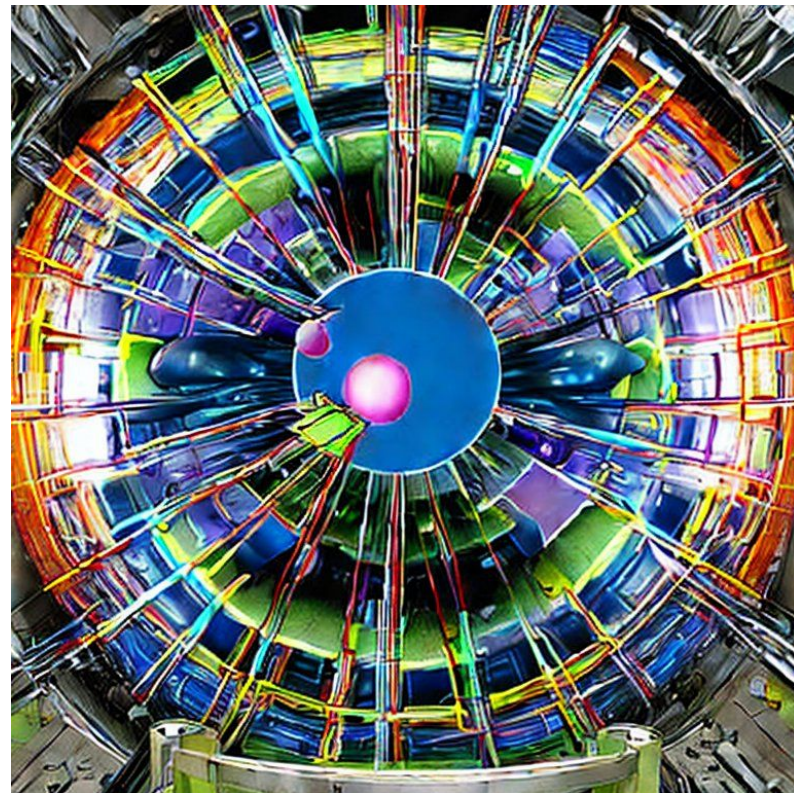
LHC v číslech

- 27 km obvod
- 1232 magnetů
 - 1.9 K teplota
 - 11 000 A el. proud
- 120 MW příkon



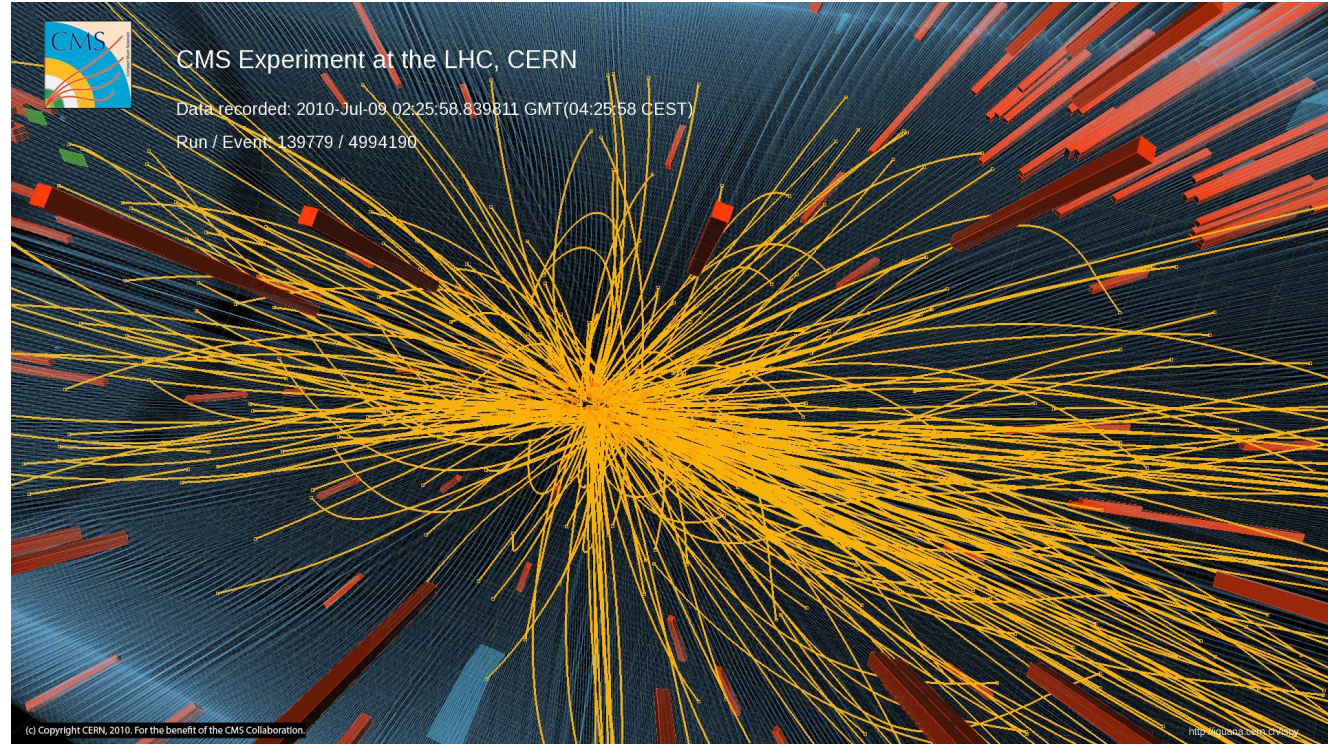
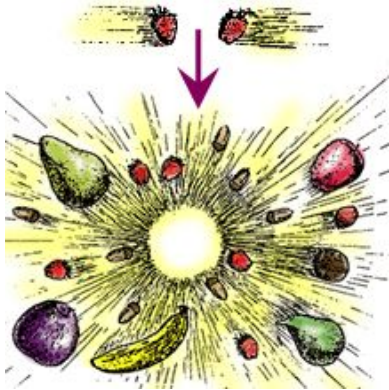
Protony v LHC

- 3000 shluků
- 100 miliard protonů / shluk
- 7 TeV energie
- 99.9999991% rychlosti světla

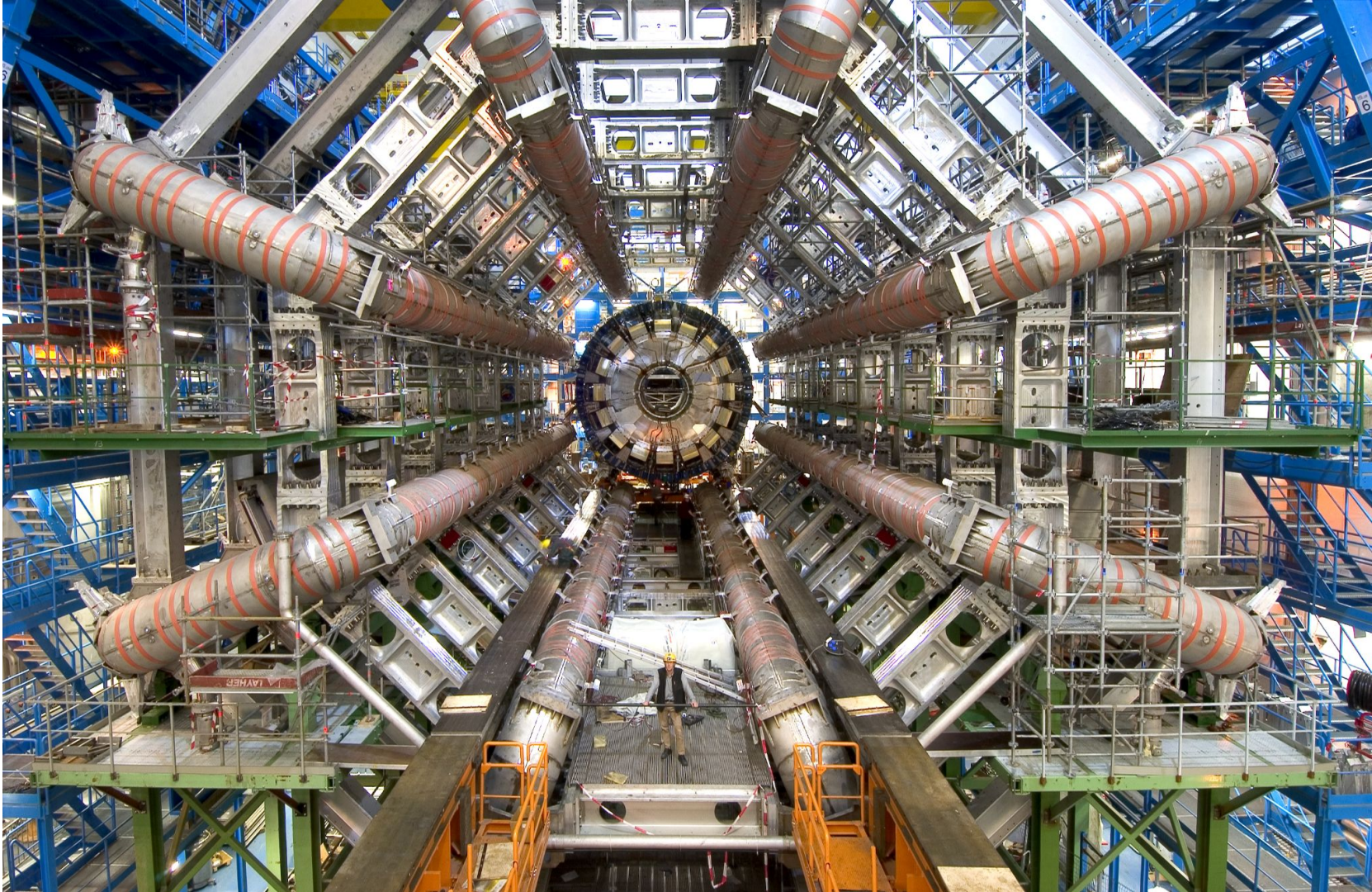


* Stable diffusion

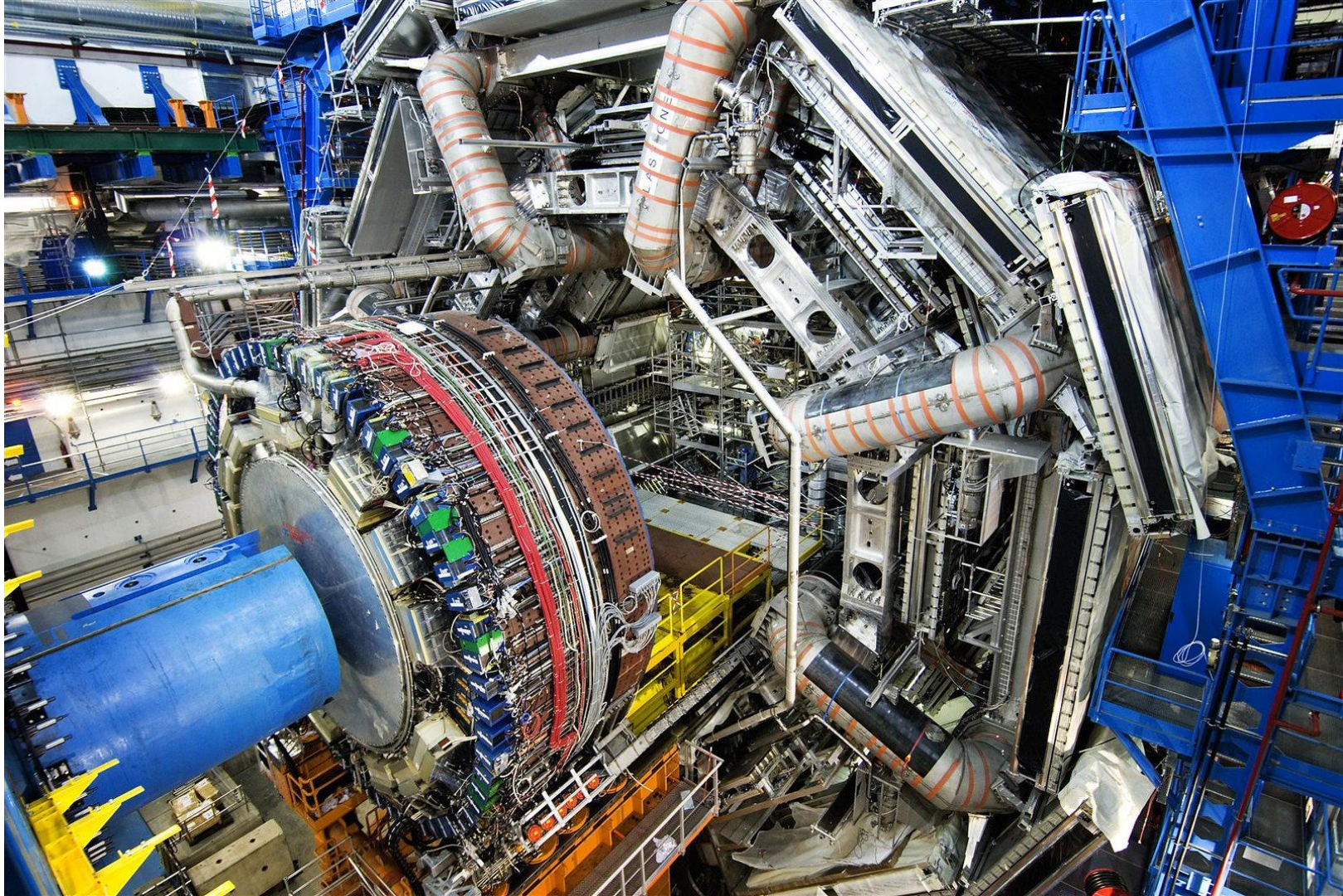
Srážky částic



ATLAS

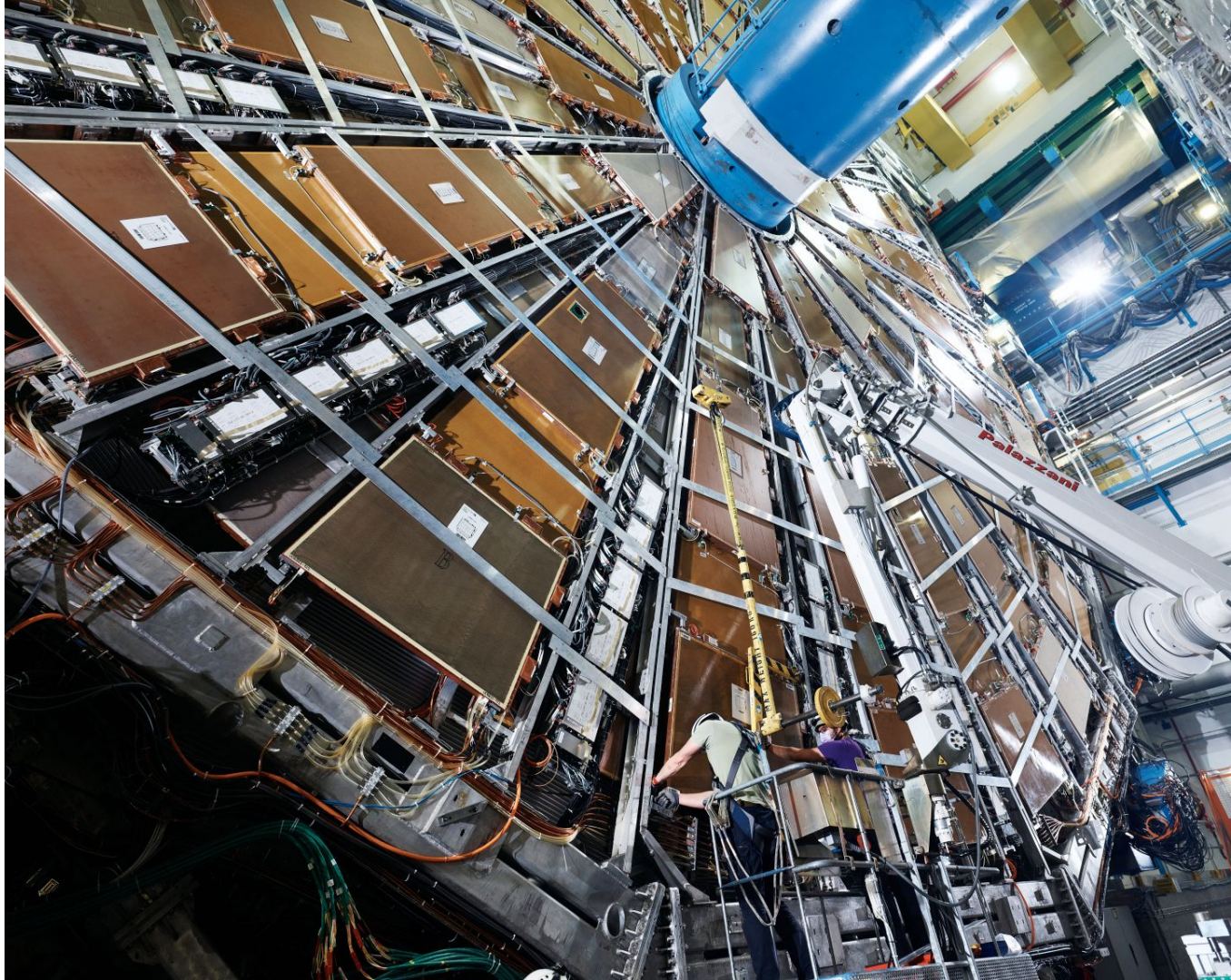


ATLAS



ATLAS v číslech

- 3000 fyziků
- 7000 tun
- 25m x 46m x 25m
- 100M senzorů
- 40M fotek / s
- Desítky PB dat ročně



LHC Computing Grid

170
výpočetních
center



Higgs na LHC

V roce 2017:

- 1 Higgs na 2 mld srážek
 - 1 Higgs / s
- 2M vyrobených Higgsů



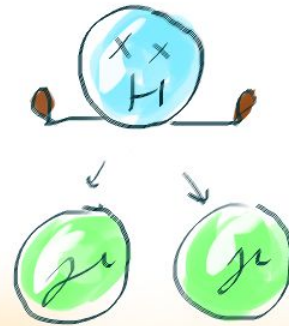
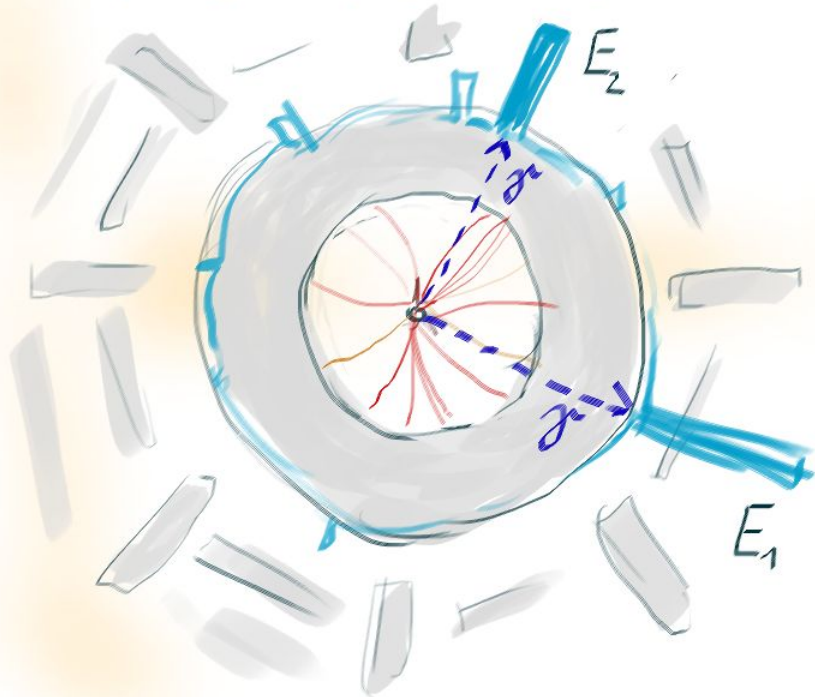
Objev Higgsova bosonu



OBJEV HIGGSOVA BOSONU

HIGGS B. ŽIJE POUZE CCA $0.000 \dots 01$ S
20 ML

→ V DETEKTORU VIDÍME POUZE
PRODUKTY JEHO ROZPADU



ZNÁME-LI E_1 A E_2
MŮŽEME SPOČÍTAT
HMOTNOST
MATEŘSKÉ
ČÁSTICE

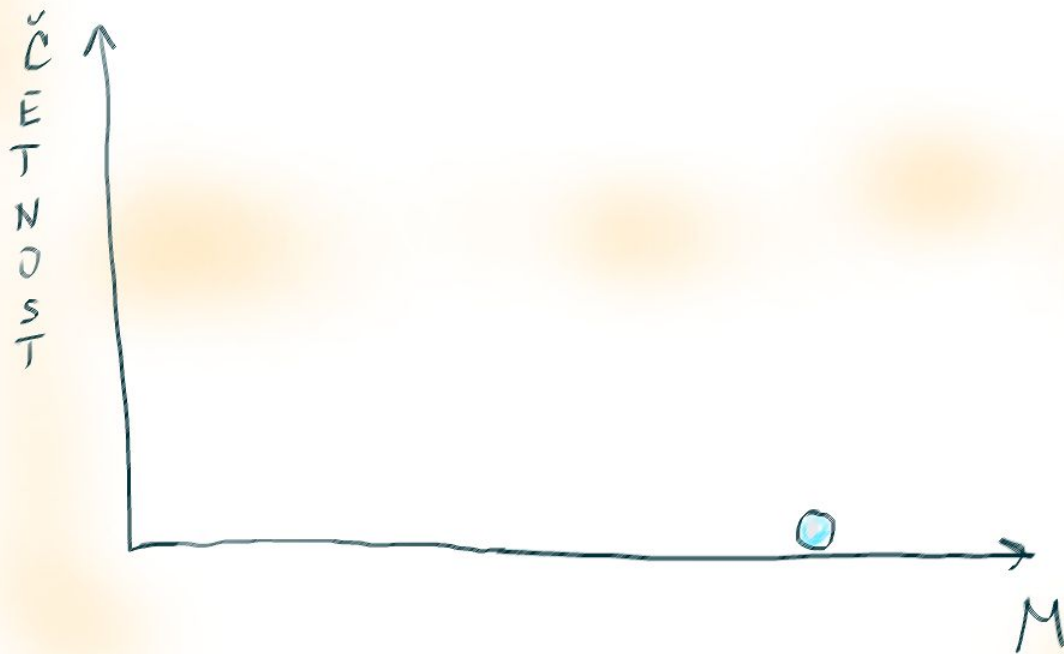
OBJEV HIGGSOVA BOSONU

- POZOROVAT 1 PŘÍPAD V DETEKTORU NESTAČÍ
- STEJNÉ ČÁSTICE MOHOU VZNIKNOT I JINAK NEŽ ROZPADEM HIGGSOVA B. (TĚV POZADÍ)



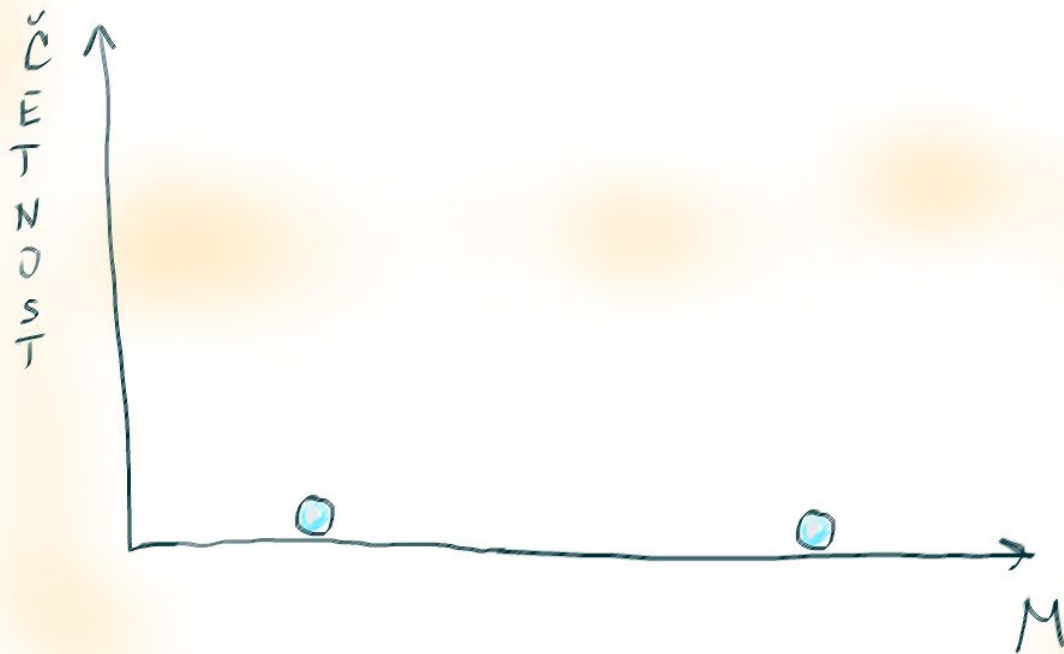
OBJEV HIGGSOVA BOSONU

- POZOROVAT 1 PŘÍPAD V DETEKTORU NESTAČÍ
- STEJNÉ ČÁSTICE MOHOU VZNIKOUT I JINAK NEŽ ROZPADEM HIGGSOVA B. (TŽV POZADÍ)



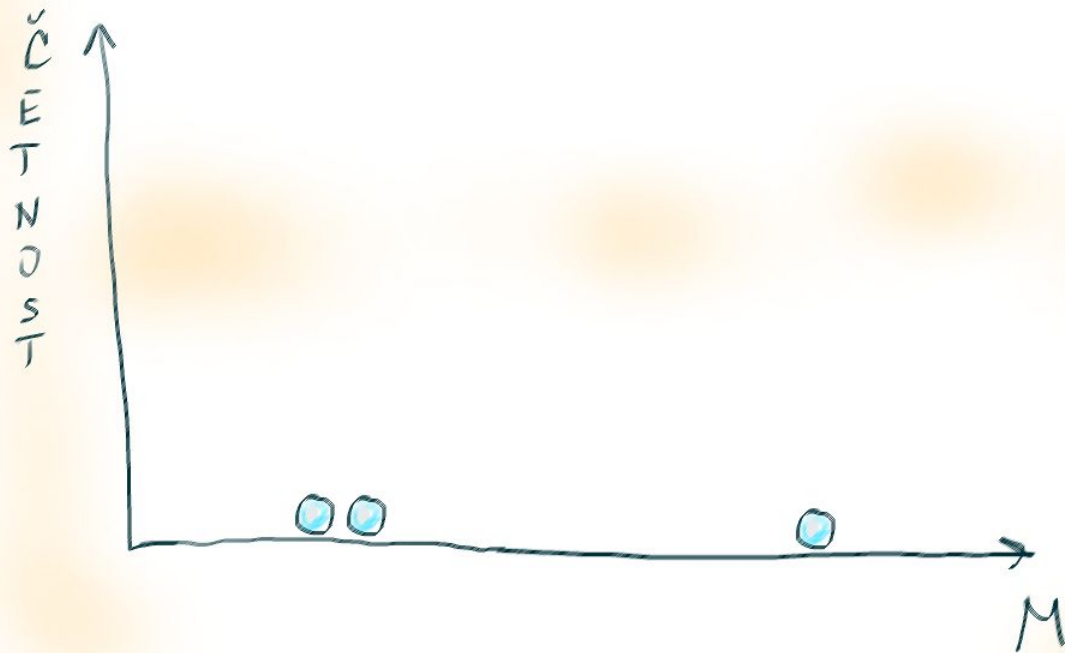
OBJEV HIGGSOVA BOSONU

- POZOROVAT 1 PŘÍPAD V DETEKTORU NESTAČÍ
- STEJNÉ ČÁSTICE MOHOU VZNIKNOT I JINAK NEŽ ROZPADEM HIGGSOVA B. (TŽV POZADÍ)



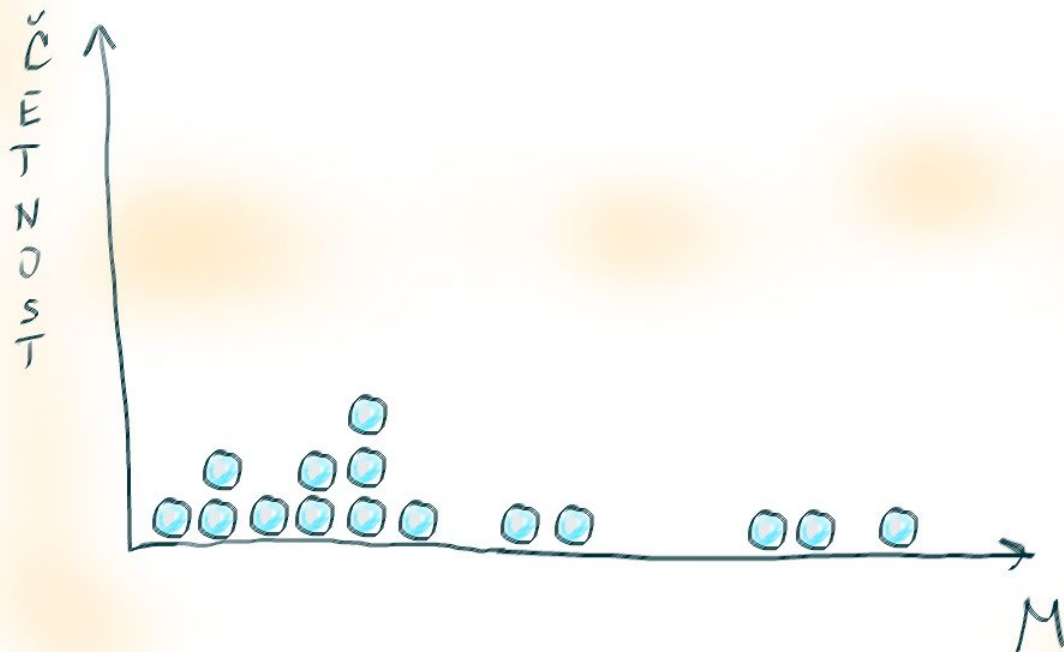
OBJEV HIGGSOVA BOSONU

- POZOROVAT 1 PŘÍPAD V DETEKTORU NESTAČÍ
- STEJNÉ ČÁSTICE MOHOU VZNIKnout I JINAK NEŽ ROZPADEM HIGGSOVA B. (TĚV POZADÍ)



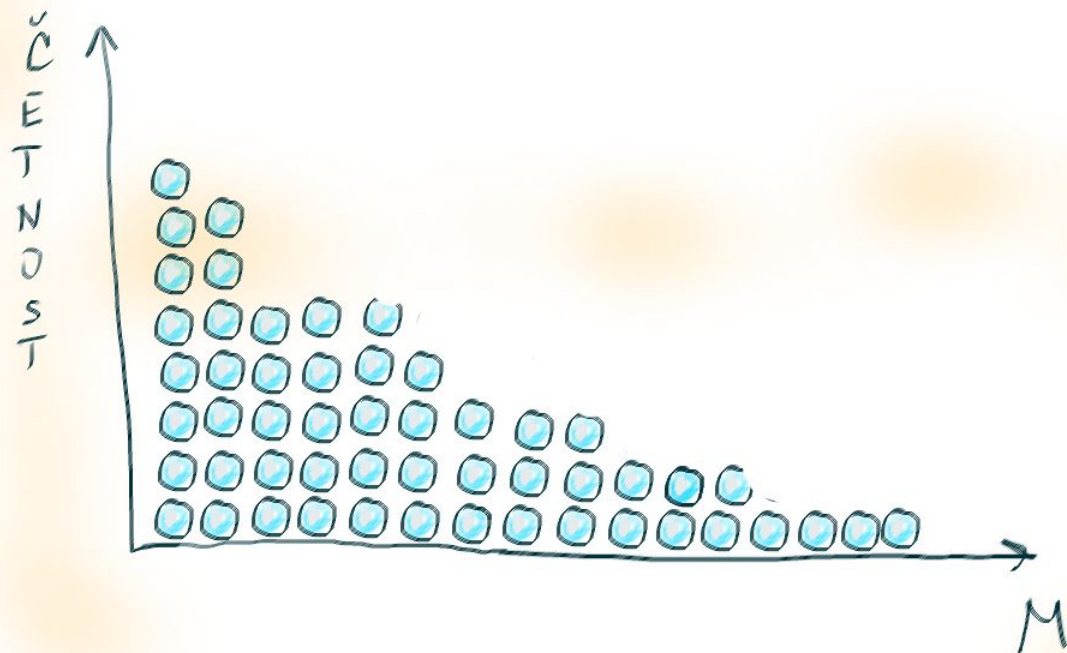
OBJEV HIGGSOVA BOSONU

- POZOROVAT 1 PŘÍPAD V DETEKTORU NESTAČÍ
- STEJNÉ ČÁSTICE MOHOU VZNIKnout I JINAK NEŽ ROZPADEM HIGGSOVA B. (TĚV POZADÍ)



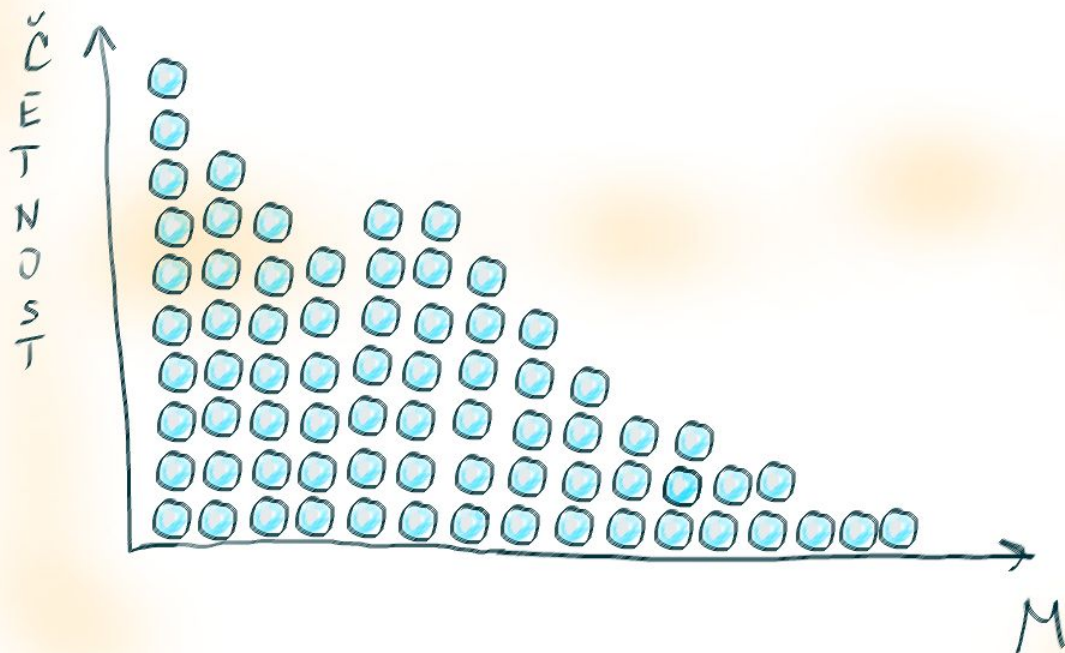
OBJEV HIGGSOVA BOSONU

- POZOROVAT 1 PŘÍPAD V DETEKTORU NESTAČÍ
- STEJNÉ ČÁSTICE MOHOU VZNIKnout I JINAK NEŽ ROZPADEM HIGGSOVA B. (TĚV POZADÍ)



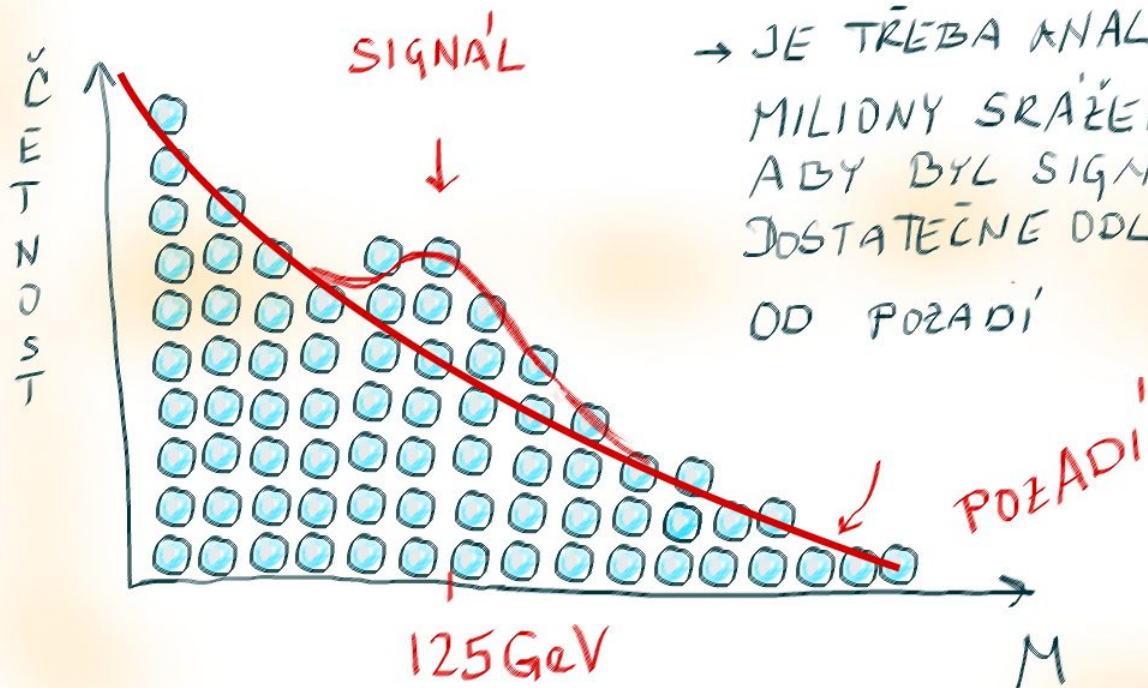
OBJEV HIGGSOVA BOSONU

- POZOROVAT 1 PŘÍPAD V DETEKTORU NESTAČÍ
- STEJNÉ ČÁSTICE MOHOU VZNIKNOT I JINAK NEŽ ROZPADEM HIGGSOVA B. (TĚV POZADÍ)



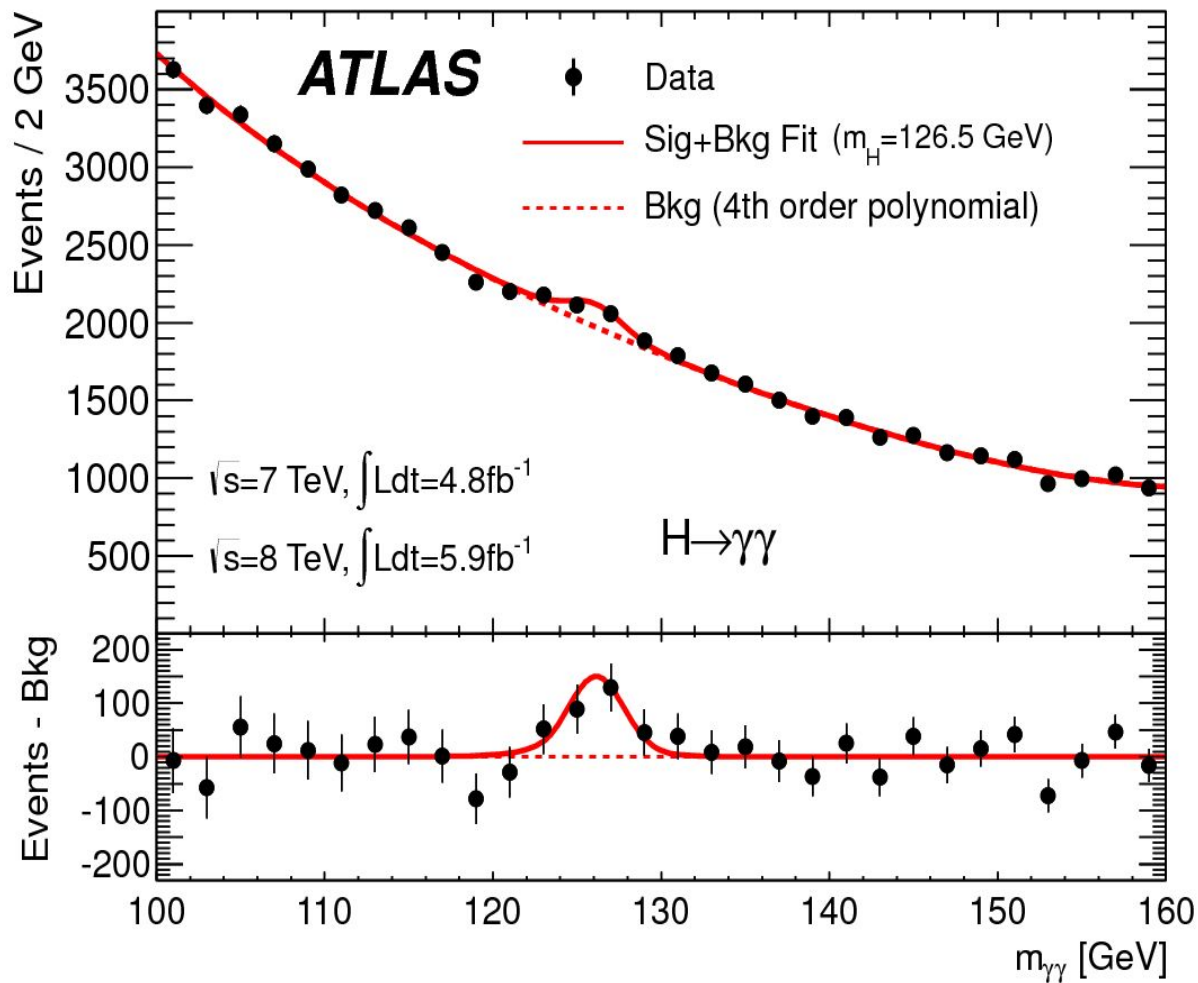
OBJEV HIGGSOVA BOSONU

- POZOROVAT 1 PŘÍPAD V DETEKTORU NESTAČÍ
- STEJNÉ ČÁSTICE MOHOU VZNIKNOT I JINAK NEŽ ROZPADEM HIGGSOVA B. (TĚV POZADÍ)



→ JE TŘEBA ANALYZOVAT MILIONY SRAŽEK, ABY BYL SIGNAL, DOSTATEČNĚ ODLIŠNÝ OD POZADÍ

Objev Higgse v roce 2012!



Objev
Higgse
v roce
2012!



Objev
Higgse
v roce
2012!



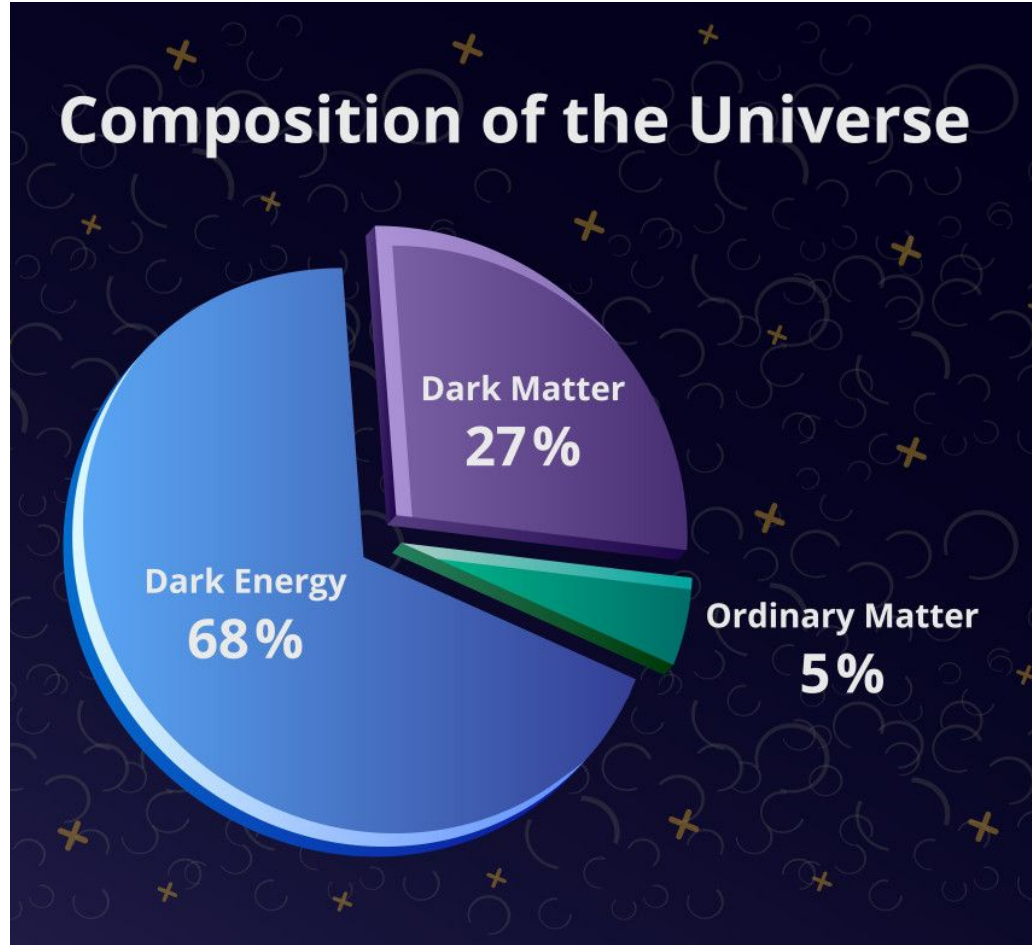
Standardní model

- Extrémně úspěšná teorie!
- Magnetický moment elektronu: $2.00231930436182 \pm 0.00000000000026$

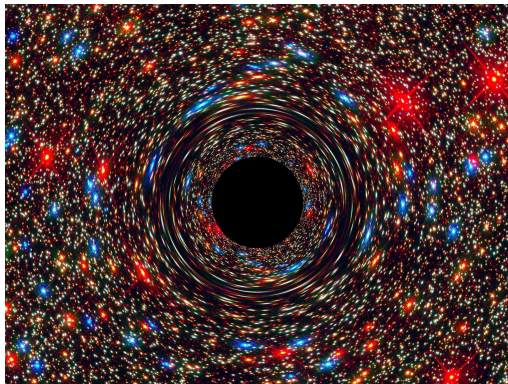
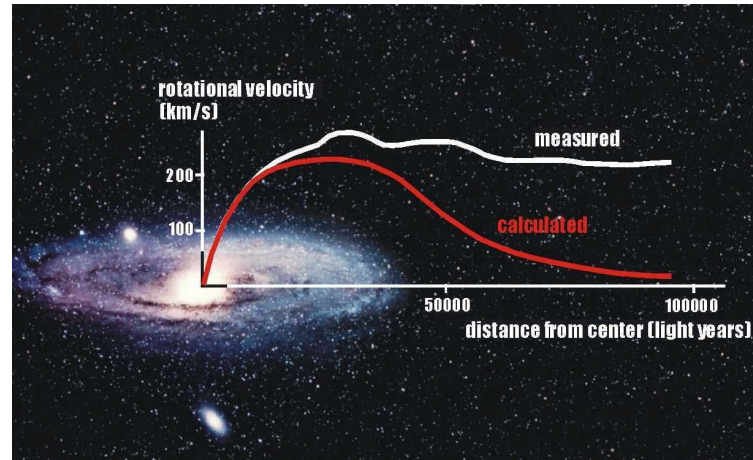
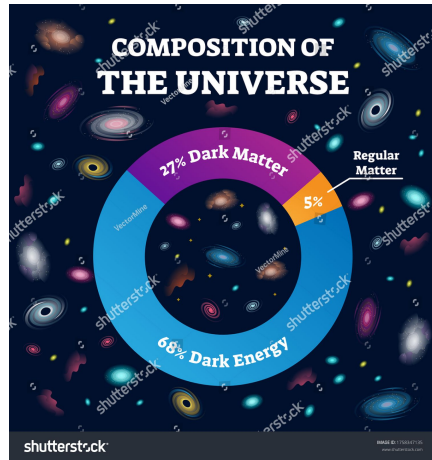


Problémy Standardního modelu

- Nepopisuje:
 - gravitaci
 - temnou hmotu
 - temnou energii
 - asymetrii mezi hmotou a antihmotou z doby Velkého třesku
- Kosmetické problémy
 - Cca 20 volných parametrů
 - Další

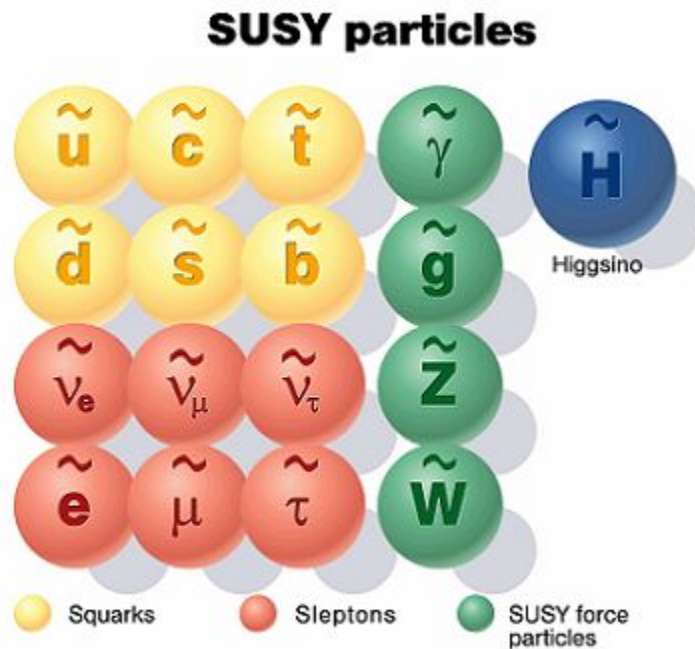
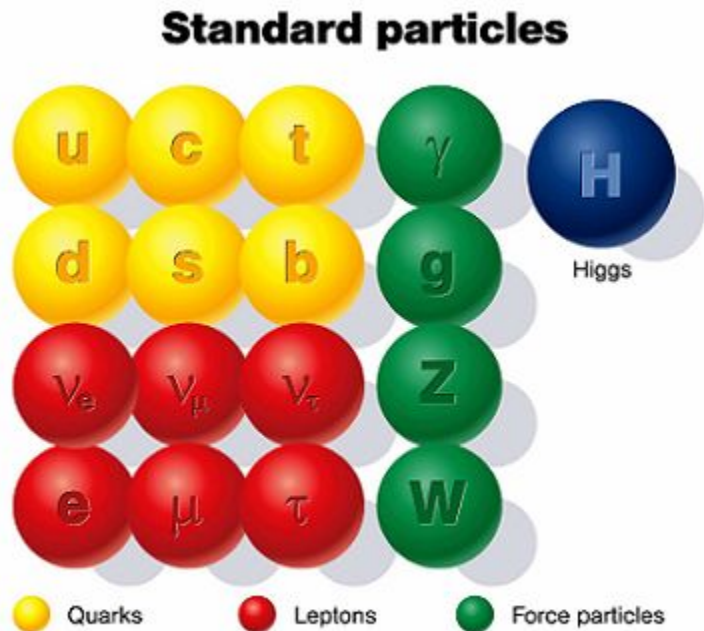


Temná hmota



Supersymetrie

- ke každému bosonu existuje fermion a naopak



Supersymetrie

- obsahuje kandidáta na temnou hmotu
 - Lightest Supersymmetric Particle





INTERNATIONAL MASTERCLASSES

hands on particle physics

Dates for Masterclasses in the Czech Republic in 2022

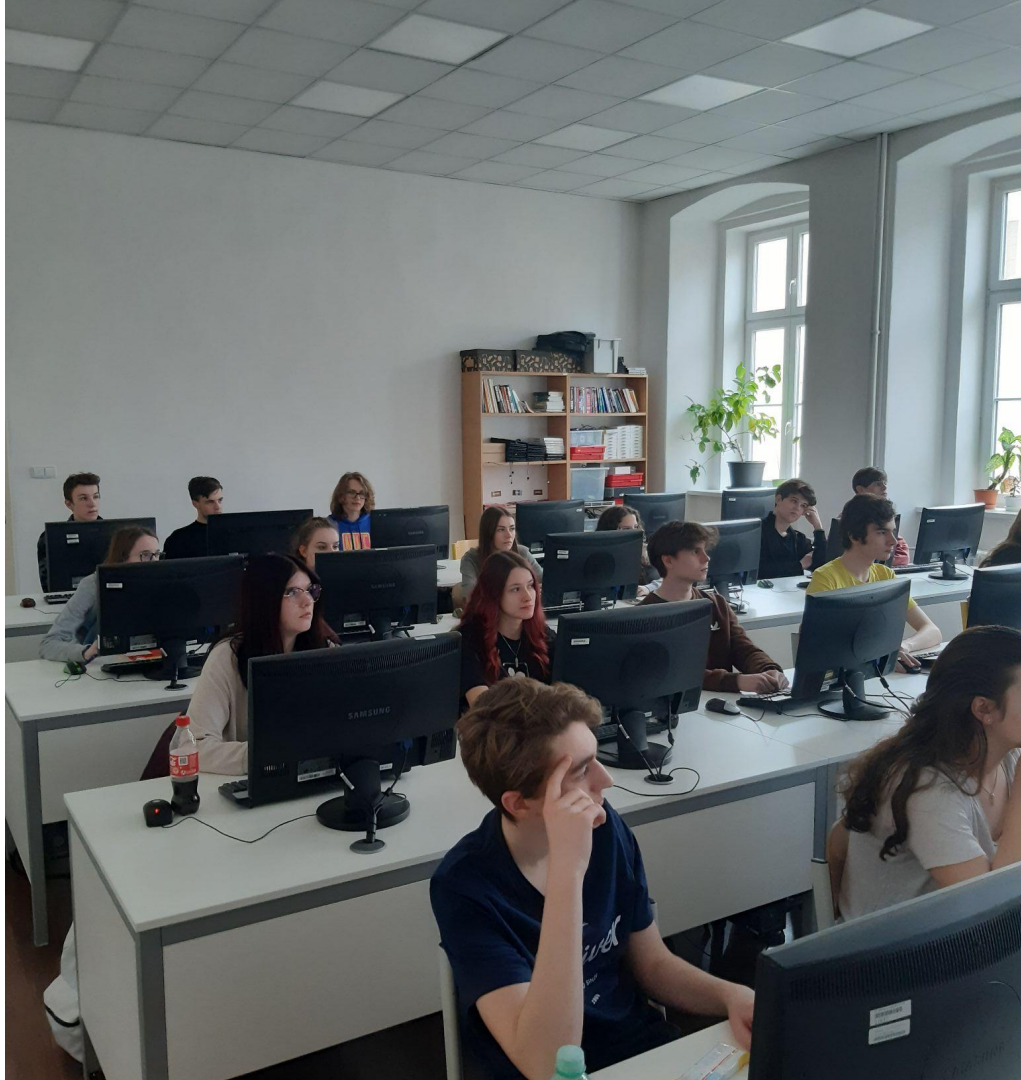
- 11.2.2022
 - ATLAS Higgs
 - This event is organized at the occasion of the International Day of Women and Girls in Science
 - Registration and more info [here](#)
 - Organized by the Czech Technical University
- 15.3.2022
 - ATLAS Z
 - Registration and more info [here](#)
 - Organized by the Charles University and Gymnázium J. K. Tyla in Hradec Králové
- 16.3.2022
 - Belle II
 - Registration and more info [here](#)
 - Organized by the Charles University and Gymnázium Zikmunda Wintra in Rakovník
- 17.3.2022
 - ATLAS Z
 - Registration and more info [here](#)
 - Organized by the Silesian University in Opava
- 18.3.2022
 - ATLAS Z
 - Registration and more info [here](#)
 - Organized by the Palacký University Olomouc
- 25.3.2022
 - ATLAS Higgs / ALICE strange particles
 - Registration and more info [here](#)
 - Organized by the Czech Technical University
- 8.4.2022
 - Particle Therapy
 - Registration and more info [here](#)
 - Organized by the Charles University and the Proton Therapy Center



International Day of Women and Girls in Science



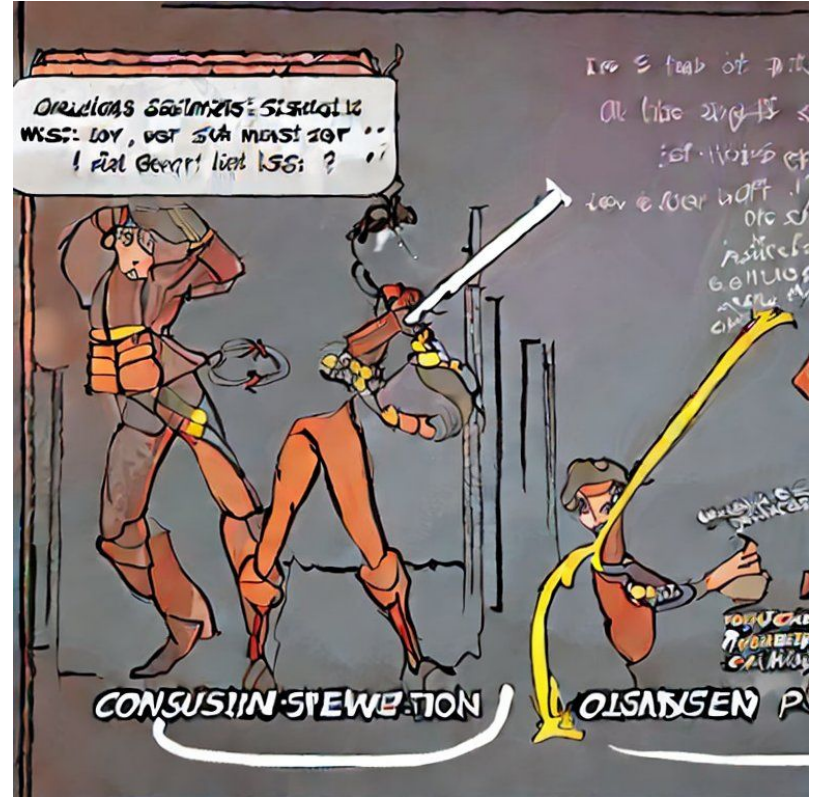






Conclusion

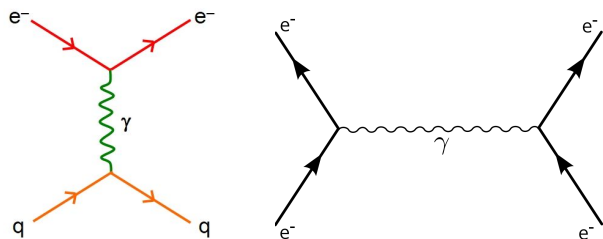
- CERN významně přispěl k vybudování Standardního modelu!
- V CERN běží nejvýkonnější urychlovač částic na světě!
- Program CERN je fascinující!



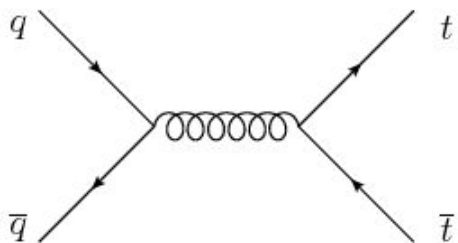
*Stable diffusion

Feynmanovy diagramy

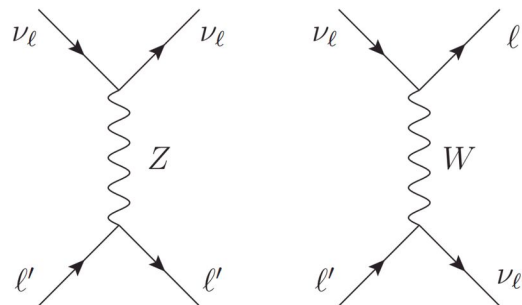
Electromagnetická interakce = výměna fotonu



Silná interakce = výměna gluonu

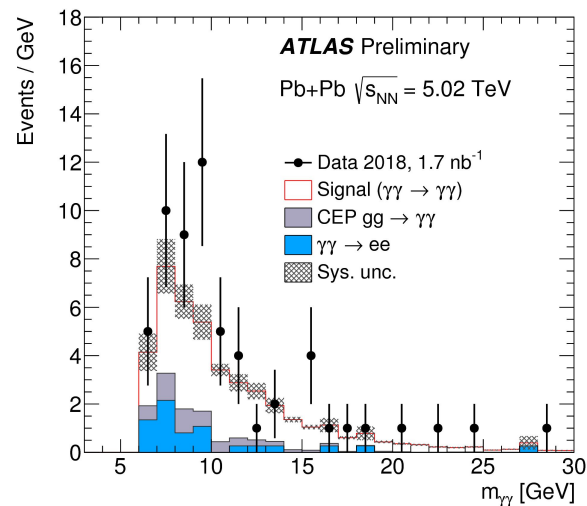
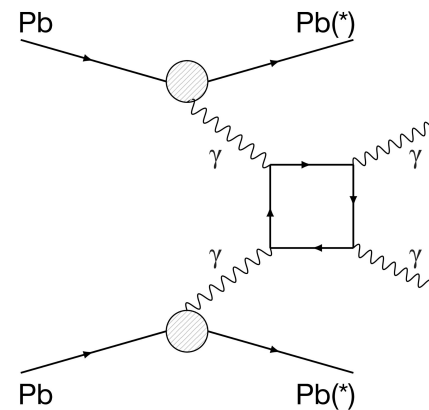
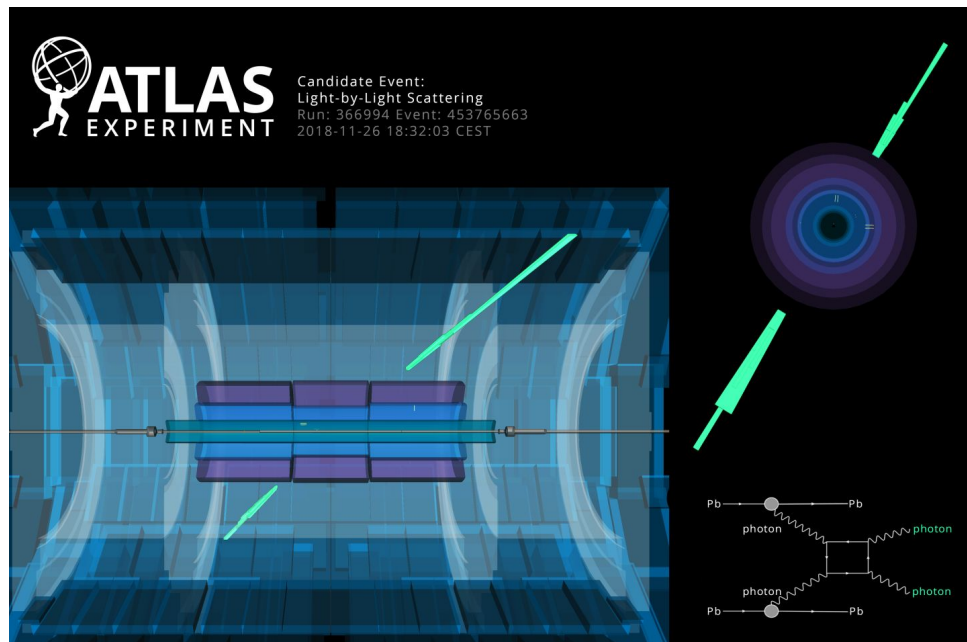


Slabá interakce = výměna W nebo Z



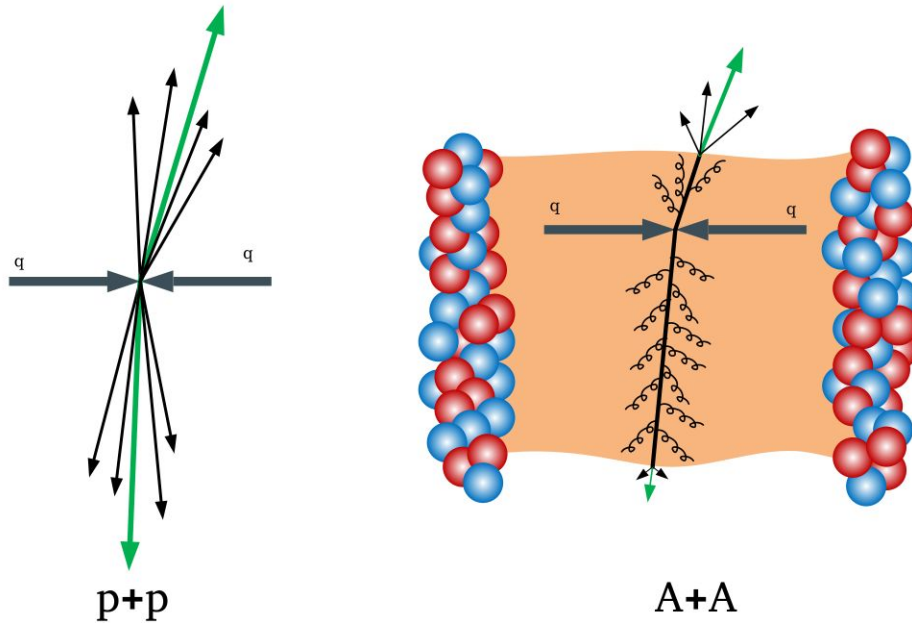
Light-by-light scattering

- Čistě kvantový jev!

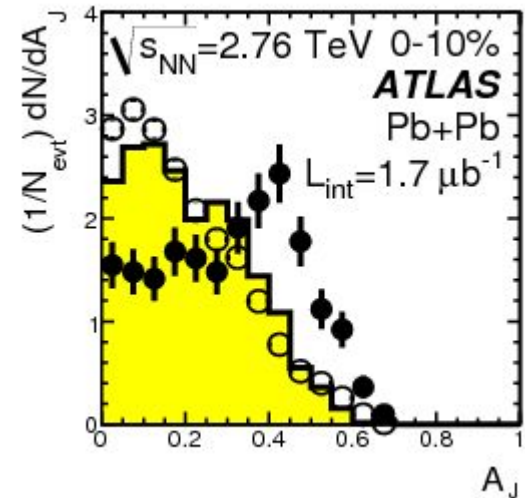


Jet quenching: existence kvarkovo-gluonového plazmatu

- Karlova univerzita hrála v tomto objevu důležitou roli!
 - Díky M. Spoustovi a M. Rybářovi

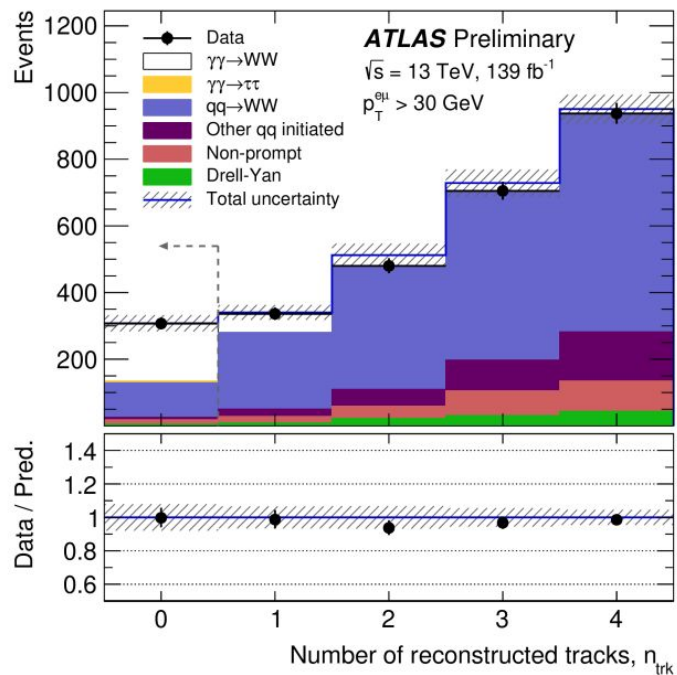
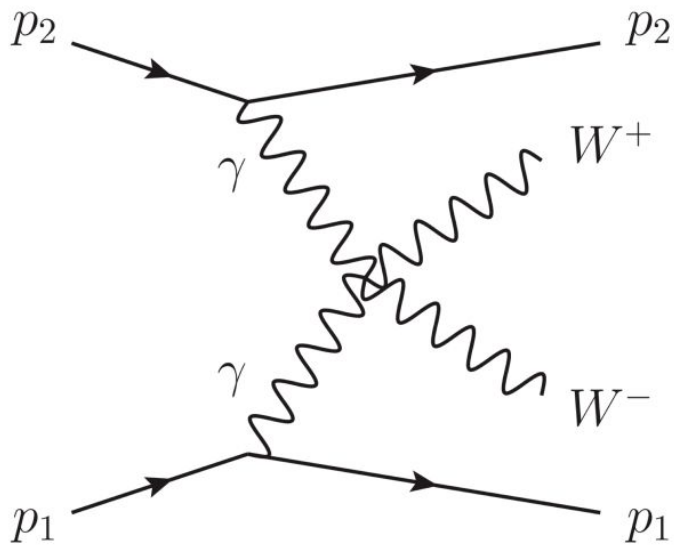


ATLAS, 2010 data



Produkce hmotných částic ze světla!

- 1 taková srážka ze 30 biliónů!



Hledání temné hmoty

- Jediný jet a velká chybějící energie

