

The background image shows the interior of the Large Hadron Collider (LHC) tunnel. It features a long, narrow passage lined with large, cylindrical superconducting magnets. The magnets are supported by a complex network of metal beams and scaffolding. The lighting is dim, with some blue and green highlights from the tunnel's infrastructure. The perspective is looking down the length of the tunnel, creating a sense of depth and scale.

Za poznáním s urychlovačem LHC v CERNu

Libor Nožka

Společná laboratoř optiky UP a FZÚ AV ČR

Poprask kolem LHC



14. ledna 2010

Kaleidoskop UP

2

Poprask kolem LHC

Technet.cz

IDNES.cz | Zprávy | Sport | Kultura | Ekonomika | Finance | Bydlení | Cestování | Audio – MP3 – Video – DVD – Blu-ray – Digitalní TV – PC | Internet | Software | Vesmír

Příští rok začne fungovat stroj na Velký třesk

23. října 2006

Nejambicióznější vědecký projekt současnosti porádají 2000 fyziků z celého světa. Největší hadronový urychlovač, přezdívaný také stroj na Velký třesk, se staví ve Švýcarsku. Jaké experimenty vědci chystají?



Urychlovač částic

Příští rok bude zřejmě počátkem převratných změn v našem pojetí vesmíru. Na francouzsko-švýcarské hranici nedaleko GENEVE bude spuštěn nejvýkonnější částicový urychlovač na světě – Velký hadronový (srážkový) urychlovač.

Why the fascination with the end of the world?



By Finlo Rohrer
BBC News Magazine

A huge particle accelerator experiment is about to start and a tiny group of people believe it could spell the end of the world. But why are we so obsessed with the possibility of apocalypse?

The world will end. That much is a certainty. But it may not be soon. And in all probability it will not come to a shuddering, fiery, boiling, cataclysmic end on Wednesday this week.

That is when the Large Hadron Collider on the Swiss/French border has its first full beam. The collider is a giant particle accelerator which, by smashing one particle into another, will tell us amazing things about the birth of the universe, scientists hope.

But there are a small but significant group of naysayers who

THE LARGE HADRON COLLIDER

- At Cern on French-Swiss border
- One of biggest and most expensive experiments in human history
- Critics say **micro black holes** could be created, that could swallow the earth
- Cern says any black holes will evaporate quickly and harmlessly
- Effects will be less than **cosmic ray** collisions in atmosphere

In today's Magazine



Magazine regulars



LHC Black Holes: Worst Case Scenario

September 10, 2008 on 10:48 am | In Physics, black holes | 9 diggs | [Digg it!](#)

So, the LHC has turned on, and has circulated protons both clockwise and counterclockwise inside of its main ring. These particles, at their fastest, will get up to 7 TeVs of energy apiece, which means they'll be moving at 99.9999898% the speed of light! To give you a feel for how close that is, the speed of light is exactly 299,792,458 meters per second. In the LHC, these protons move at 299,792,454.9 meters per second. Pretty damned impressive!

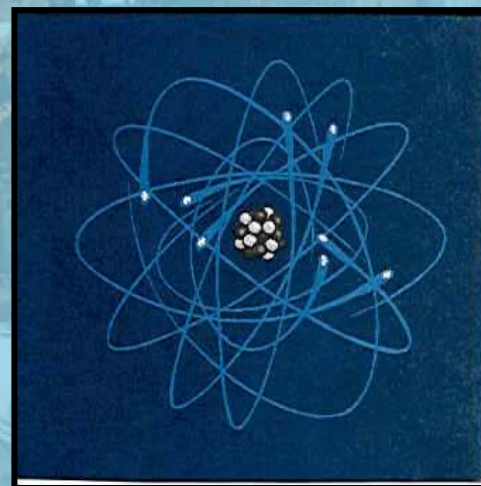
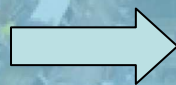
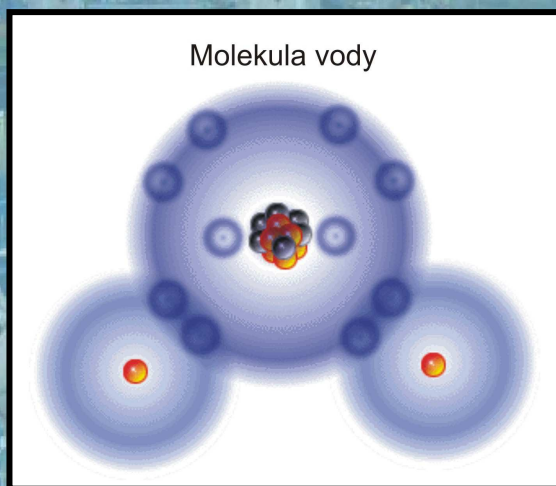


The world hasn't been destroyed yet, obviously, but what happens if one of those collisions makes a black hole? What is the worst case scenario for the Earth here?



Pohled do nitra hmoty

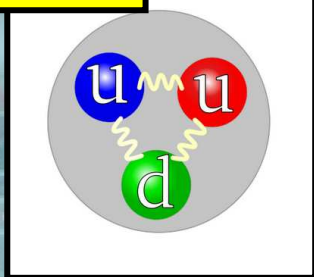
- molekuly – vázaný stav atomů
- atomy – atomové jádro a obíhající elektrony



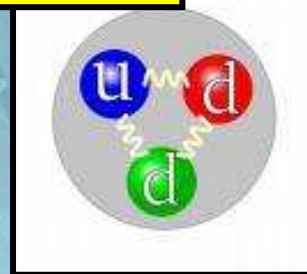
Struktura protonu a neutronu

- 1968 – zjištění vnitřní struktury protonu a neutronu
- proton – vázaný stav kvarků u-u-d
- neutron – vázaný stav kvarků u-d-d

proton



neutron





Co drží kvarky pohromadě v protonu a neutronu ?

14. ledna 2010

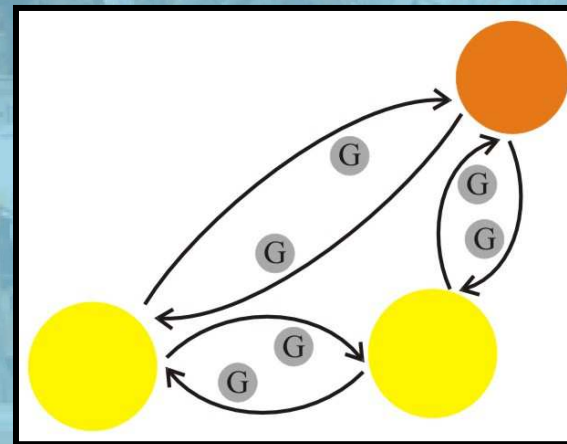
Kaleidoskop UP

6

Síly mezi částicemi hmoty

Gravitační síla (interakce)

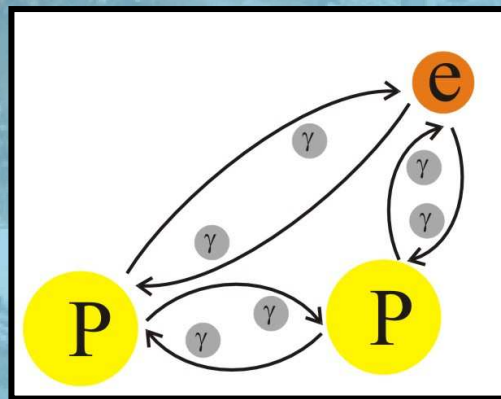
- ☐ existuje mezi všemi částicemi
- ☐ způsobena výměnou částice graviton
- ☐ graviton se váže se všemi částicemi
- ☐ graviton se nerozpadá => nekonečný dosah síly
- ☐ v současnosti je graviton nezjistitelný (slabé působení)



Síly mezi částicemi hmoty

Elektromagnetická interakce

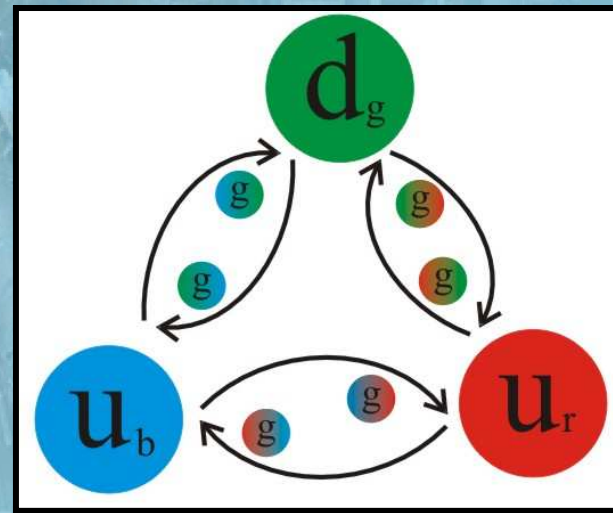
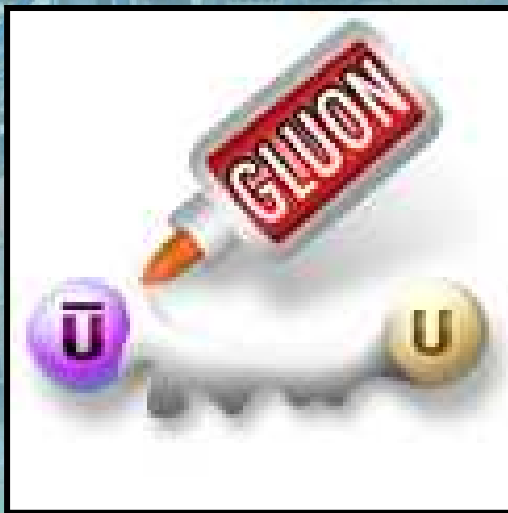
- mezi všemi částicemi nesoucí elektrický náboj nebo magnetický dipól
- zprostředkována fotony
- foton se nerozpadá => nekonečný dosah síly



Síly mezi částicemi hmoty

Silná interakce

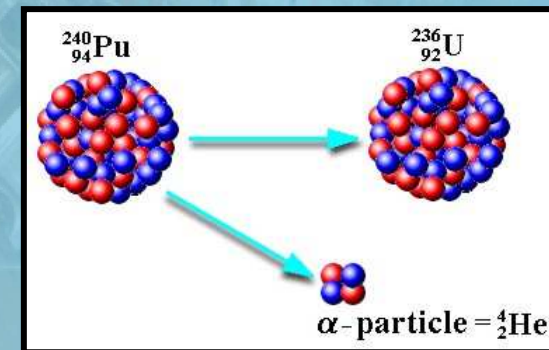
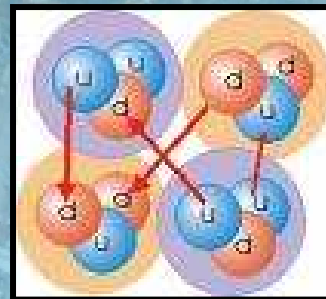
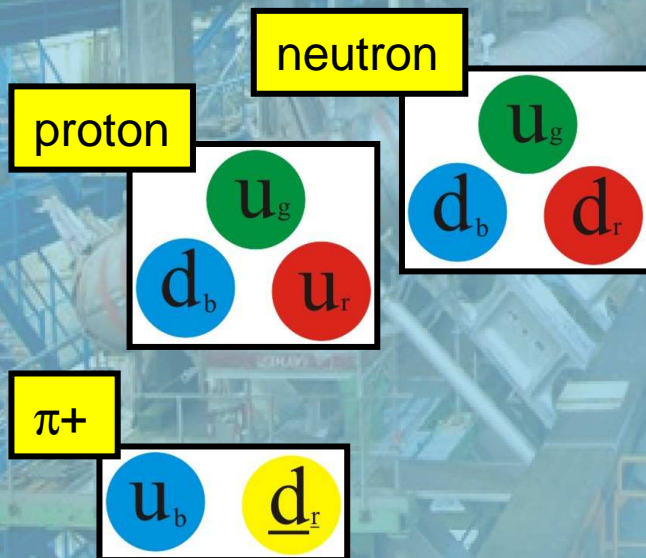
- mezi všemi částicemi nesoucí barevný náboj (kvarky)
- zprostředkována gluony (*glue*=lepidlo)
- gluon se nerozpadá => nekonečný dosah síly
- efektivní dosah na úrovni rozměrů jádra (10^{-15} m)



Síly mezi částicemi hmoty

Silná interakce

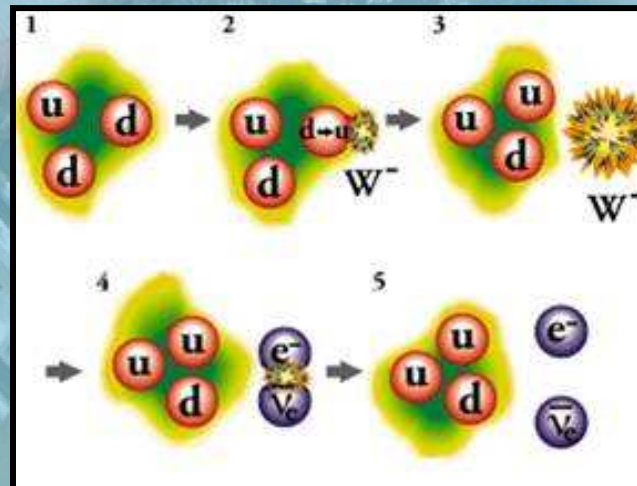
- ❑ váže kvarky => tvoří částice hadrony – baryony(3x), mezony (2x)
- ❑ drží pohromadě atomová jádra
- ❑ malý dosah => rozpad velkých jader (α radioaktivita)



Síly mezi částicemi hmoty

Slabá interakce

- působí na kvarky a například elektrony
- zprostředkována částicemi W^+ , W^- , Z^0 (velmi těžké bozony) – objeveny v roce 1983 (CERN)
- bozony se rozpadají => konečný dosah síly
- způsobuje rozpad neutronu (β^- radioaktivita)



Standardní model

QUARKS		UP QUARK A teeny little point inside the proton and neutron, it is friends forever with the down quark.		CHARM QUARK A second generation quark, it is charmed, indeed.		TOP QUARK This heavyweight champion doesn't live long enough to make friends with anyone.	FORCE CARRIERS		PHOTON The massless wackie we know and love.	
		DOWN QUARK A tiny little point inside the proton and neutron, it is friends forever with the up quark.		STRANGE QUARK Why is this second generation quark so strange?		BOTTOM QUARK This third generation quark is puttin' on the pounds.			GLUON The "glue" of the strong nuclear force.	
	LEPTONS		ELECTRON-NEUTRINO These miniscule bandits like to steal away energy and escape detection.		MUON-NEUTRINO A slightly heavier bandit than its sibling to the left.			TAU-NEUTRINO Wily and sneaky, this bandit is the newest particle to arrive at the Zoo.	 	W BOSON Z BOSON
			ELECTRON A familiar friend, this negatively charged, boy I'll gey likes to bond.		MUON A "heavy electron" who lives fast and dies young.			TAU A "heavy muon" who could stand to lose a little weight.		As the carrier particles of the weak nuclear force, they're downright obese.

Něco tu však stále nehraje

- ❑ uvedený standardní model popisuje **téměř** všechny možné vztahy mezi částicemi

Nevysvětlené otázky:

- ❑ původ hmotnosti bozonů W^\pm a Z^0 (zodpovědné za slabé síly) – ostatní síly jsou zprostředkovávány nehmotnými částicemi
- ❑ nestandardní chování částic W^\pm a Z^0 (jejich vzájemný rozptyl)

Řešení:

- ❑ zavedení nové částice do standardního modelu

Higgsova částice



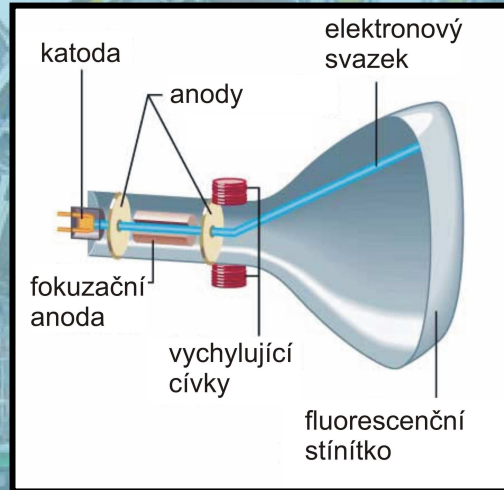
- poslední kamínek do standardního modelu
- váže se ke každé hmotné částici
- možná je zodpovědná za původ hmotnosti částic
- možná má co dočinění s gravitací
- může se shlukovat jejich neomezený počet

takový shluk by mohl být odpověď na otázku: **odpověď čekáme od LHC** vořen po velkém třesku vesmíru: **odpověď čekáme od LHC** Kdo bude nímoty ve vesmíru?

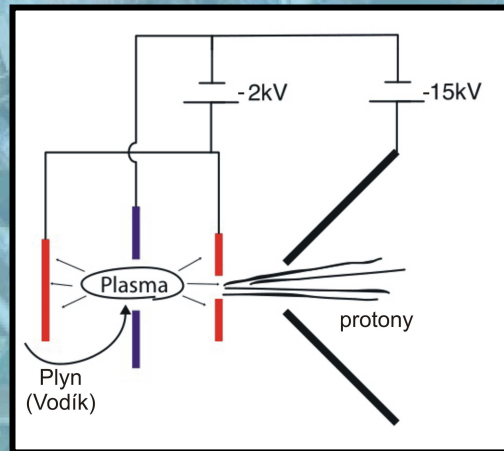
Božská částice



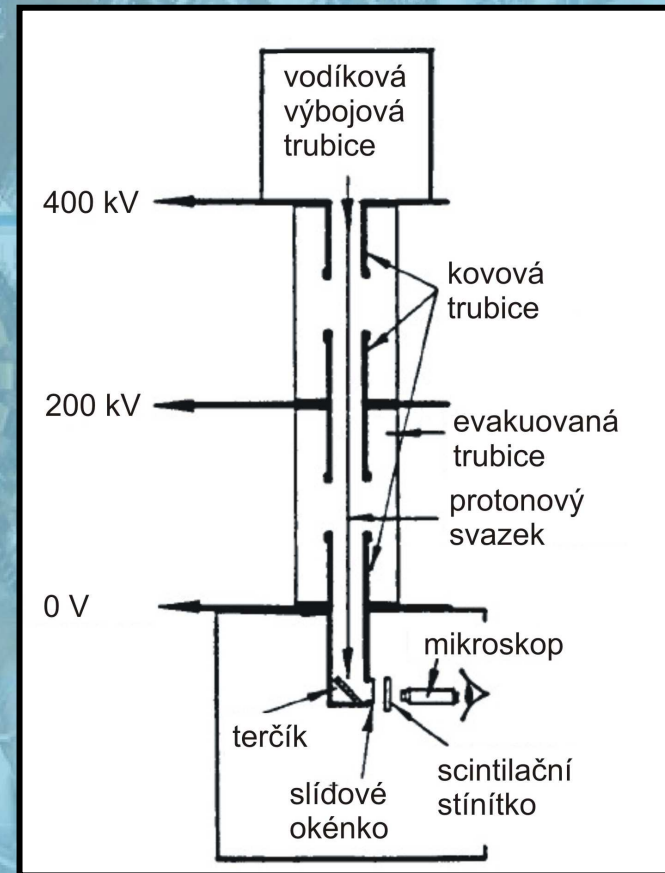
Stručná historie urychlovačů



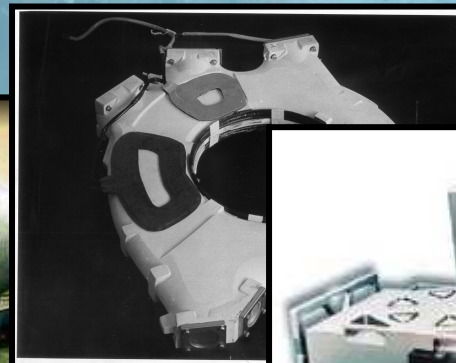
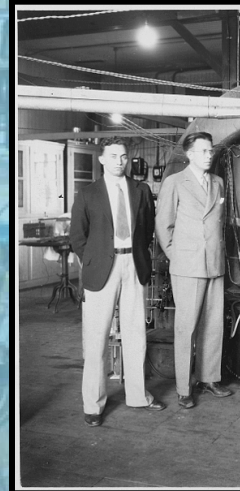
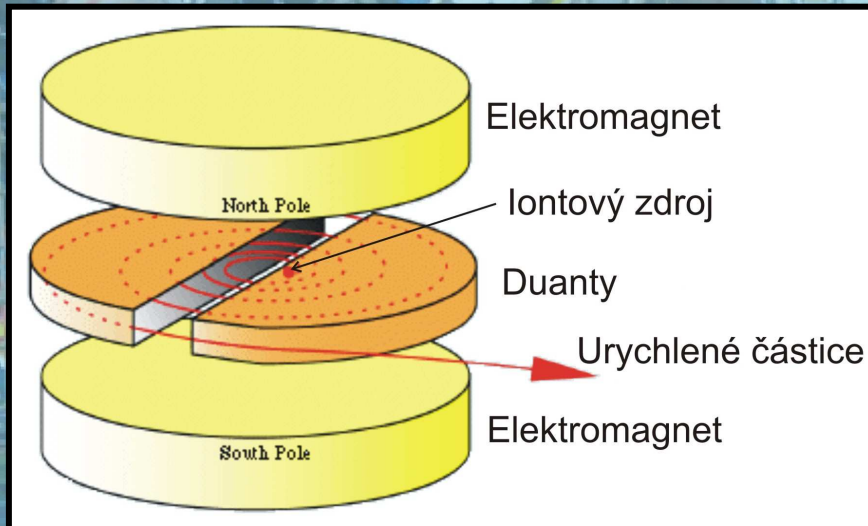
protonové dělo



První urychlovače



Cyklotrony

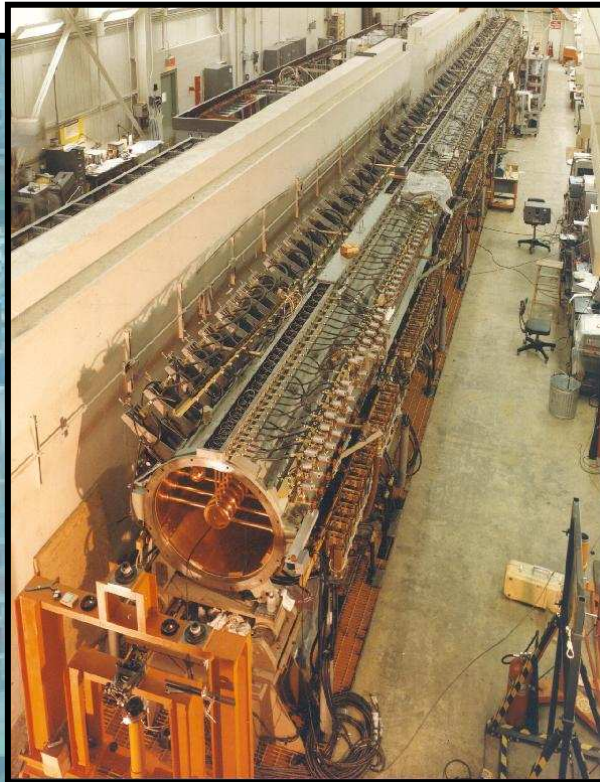
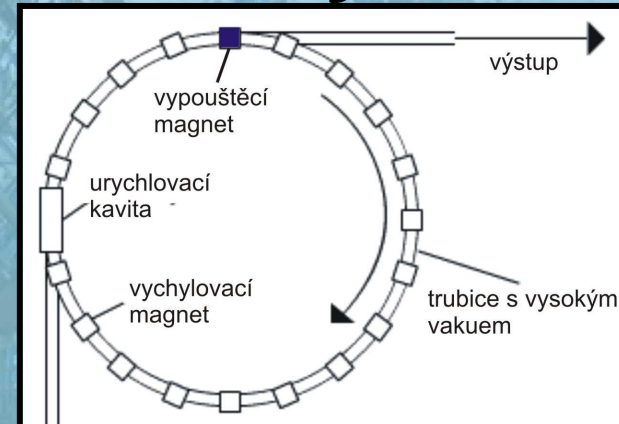
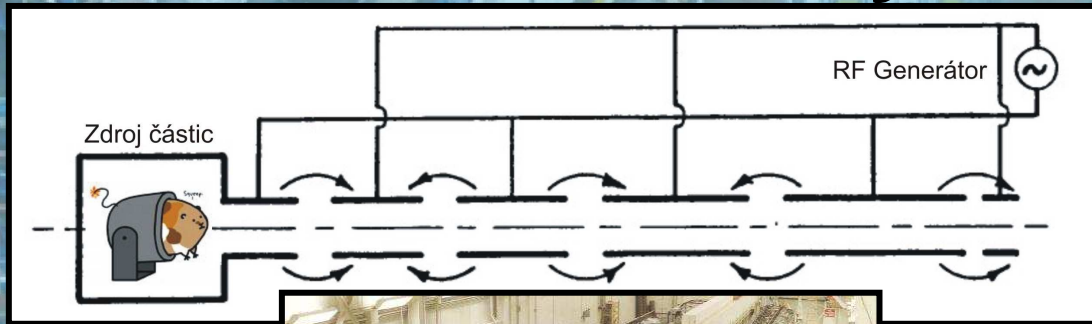


14. ledna 2010

Kaleidoskop UP

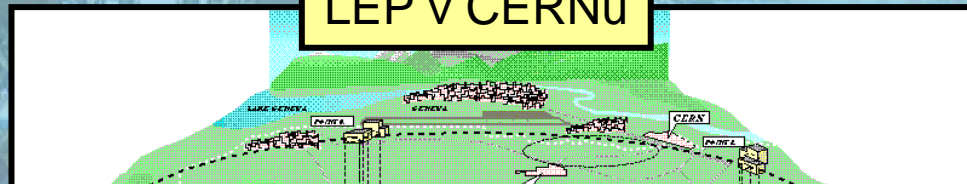
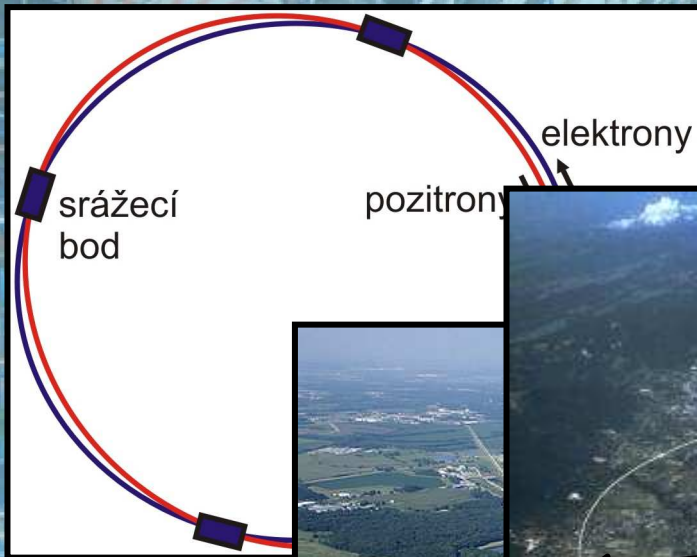
17

LINAC & Synchrotrony

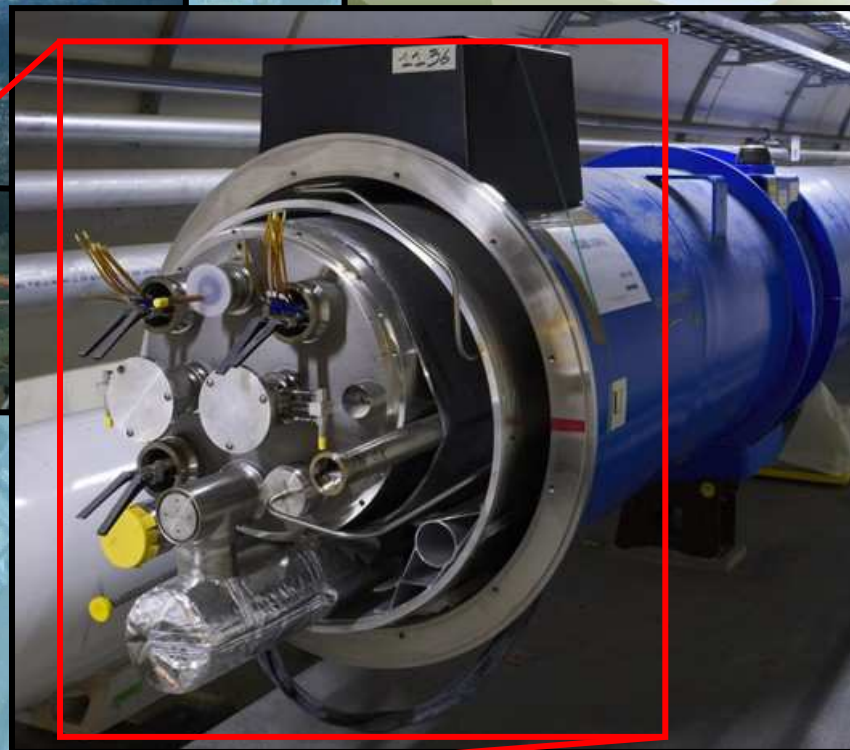
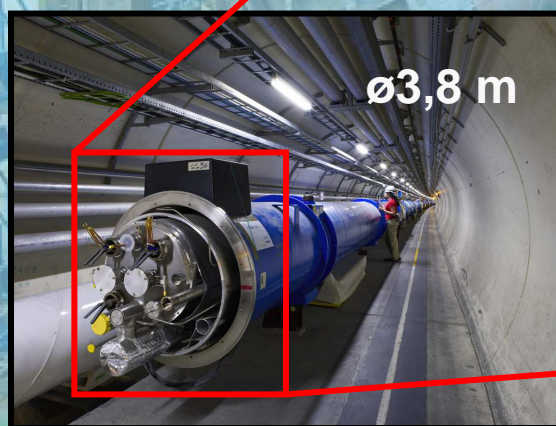
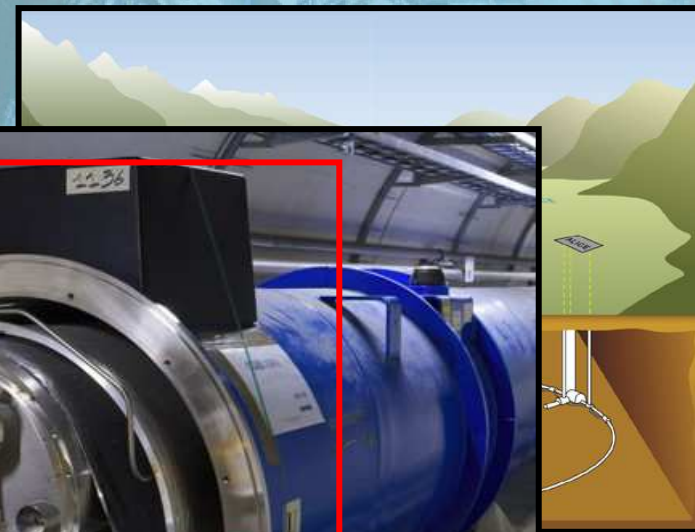
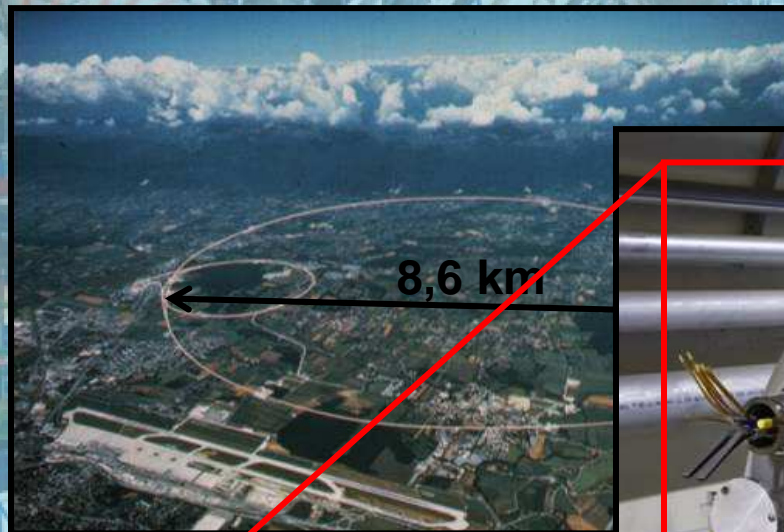


Srážče

LEP v CERNu



Srážeč LHC v CERNu

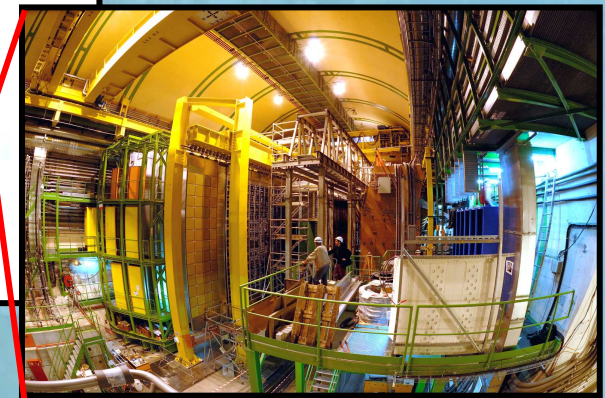
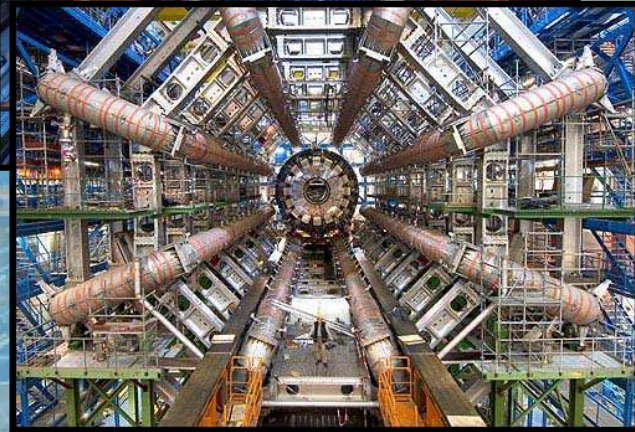
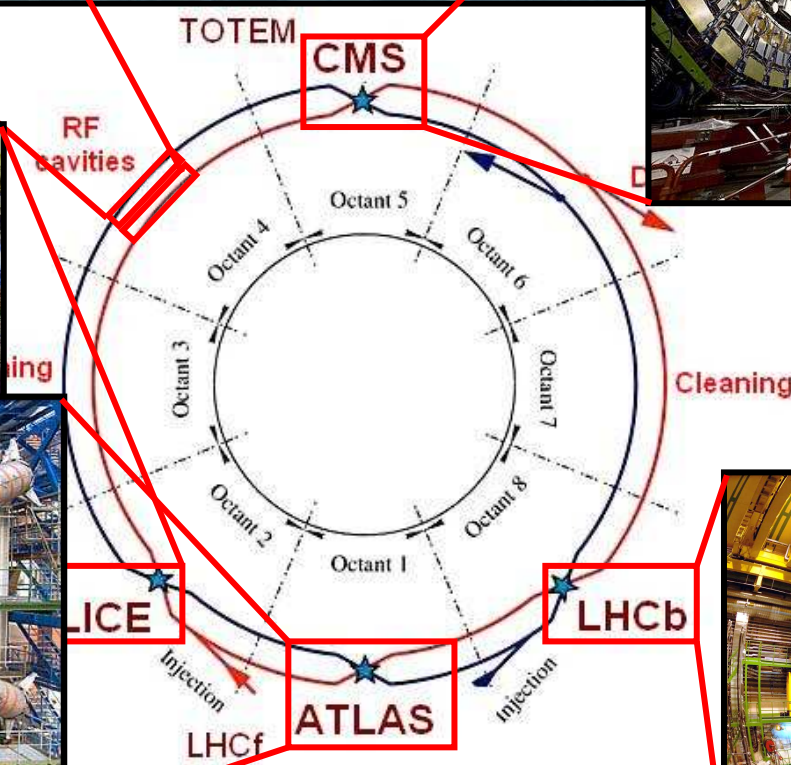
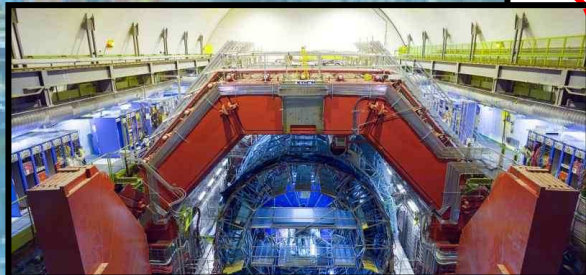
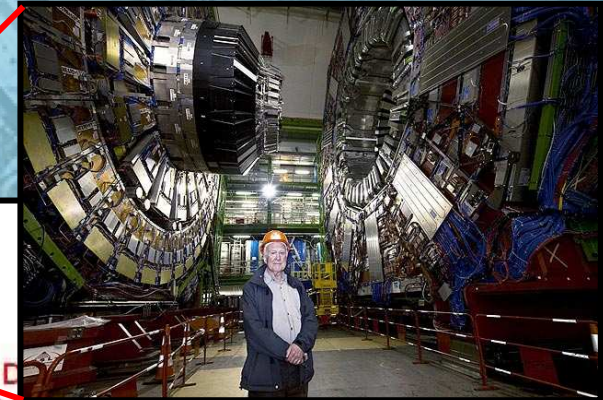
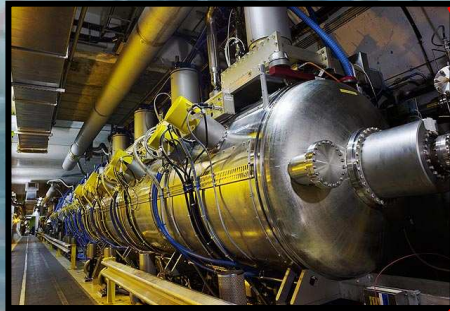


14. ledna 2010

Kaleidoskop UP

20

Struktura LHC

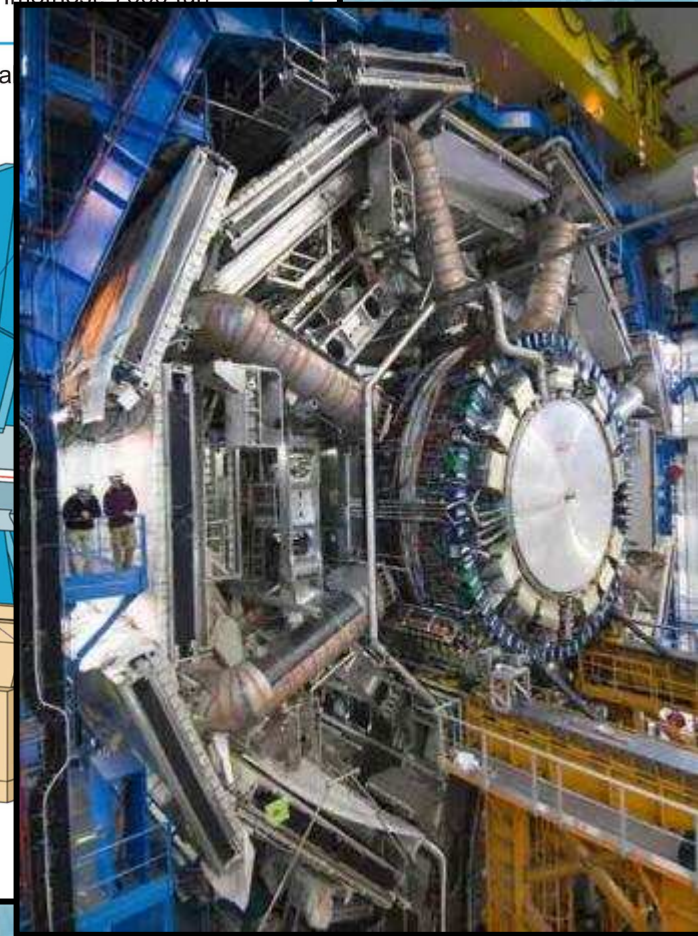
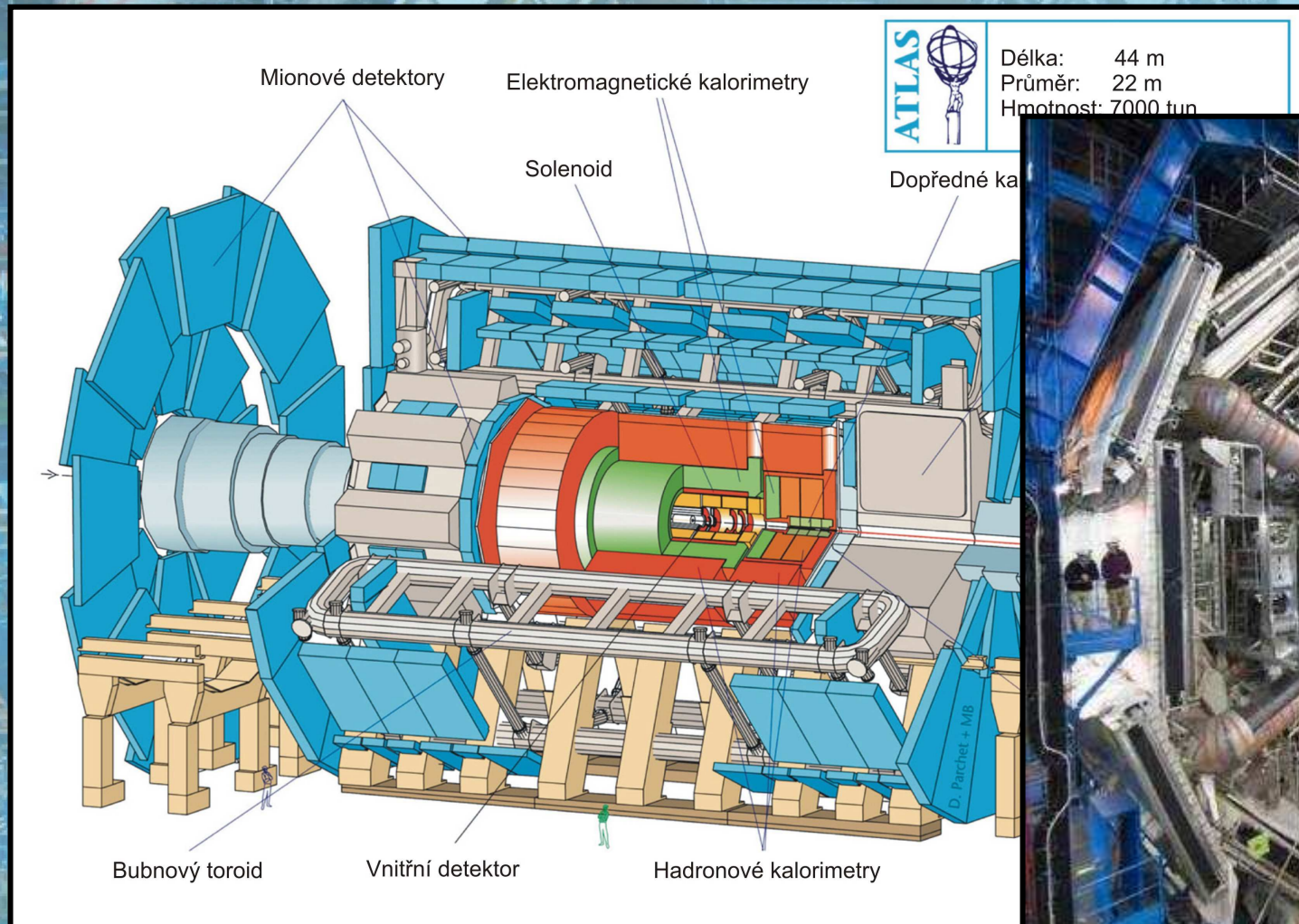


14. ledna 2010

Kaleidoskop UP

21

Detektor ATLAS



14. ledna 2010

Kaleidoskop UP

22

První spuštění LHC

- ❑ první spuštění 10. září 2008
- ❑ 19. září 2008 – nehoda v důsledku vadného elektrického spojení (uniklo 6 tun hélia, zničeno 53 magnetů)
- ❑ opětovné spuštění 20. listopadu 2009



Co očekáváme ?

- ❑ hledání Higgsovy částice
- ❑ kroky k porozumění gravitace na částicové úrovni
- ❑ porozumění temné hmoty ve vesmíru
- ❑ vytvoření podmínek při velkém třesku – studium podmínek v ranném stadiu vzniku vesmíru
- ❑ hledání dalších typů částic

Praktické dopady

- ❑ náklady na LHC: € 2,9 mld.
- ❑ ČR přispívá do CERNu od 1993, v současnosti ročně cca € 6 mil.
- ❑ 58% příspěvku ČR se vrátilo na zakázkách pro firmy v ČR

Praktické dopady

- ❑ detektory a generátory částic k diagnostice a léčení nádorů
- ❑ vývoj supravodivých magnetů pro rychlovlaky a lékařské přístroje
- ❑ vývoj počítačové sítě GRID (celosvětová síť pro získání vysoké výpočetní kapacity)
- ❑ vývoj pokročilé elektroniky pro řízení a zpracování



Děkuji za pozornost

14. ledna 2010

Kaleidoskop UP

26