

## Bezoek aan CERN met Vendelinus 19 – 22 februari 2018

Maandag 19 februari. Genk - Annemasse (Fr.)













Hotel Campanile Annemasse

# Dinsdag 20 februari. Voormiddag Genève







*KATHEDRAAL SAINT PIERRE*



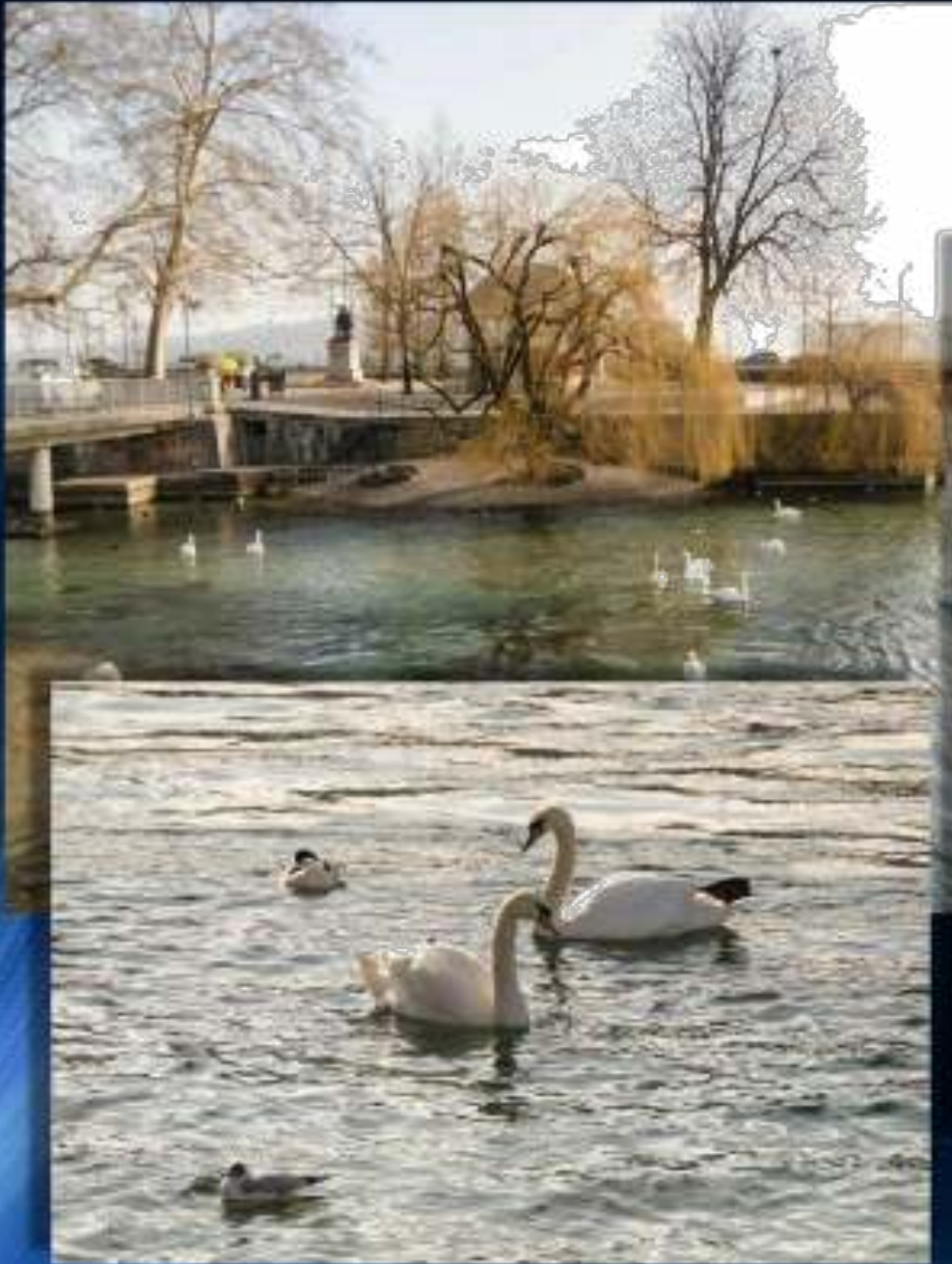




*Le Jet D'eau*



*Rhône*







*L'Horloge Fleurie*





*L'hôtel de ville  
(1405)*





## *Parc des Bastion*







*Monument international  
de la Réformation*





*Palais des Nations*

# Dinsdag 20 februari.namiddag CERN





*Lezing door  
Prof. Dr. Freya  
Blekman*







# *Rondleiding op de CERN-site*







*LEIR*















# Op zoek naar het allerkleinste



Antonie van Leeuwenhoek uitvinder van de microscoop

de microscoop:

- maakt gebruik van zichtbaar licht 400 – 700 nm
- resolutie beperkt door de golflengte
- kleinste waarneembaar object is ca. 200 nm
- max. vergroting ca. 1.000 x



nieuw idee:

kijken zonder je ogen te gebruiken met behulp van deeltjes(versnellers)



# Op zoek naar het allerkleinste



Atoommodel Ernest Rutherford 1911

Atoommodel Niels Bohr 1913



Ernst Ruska

- eerste elektronenmicroscop in 1931
- resolutie beter dan 0,1 nm
- vergroting 1.000.000 x

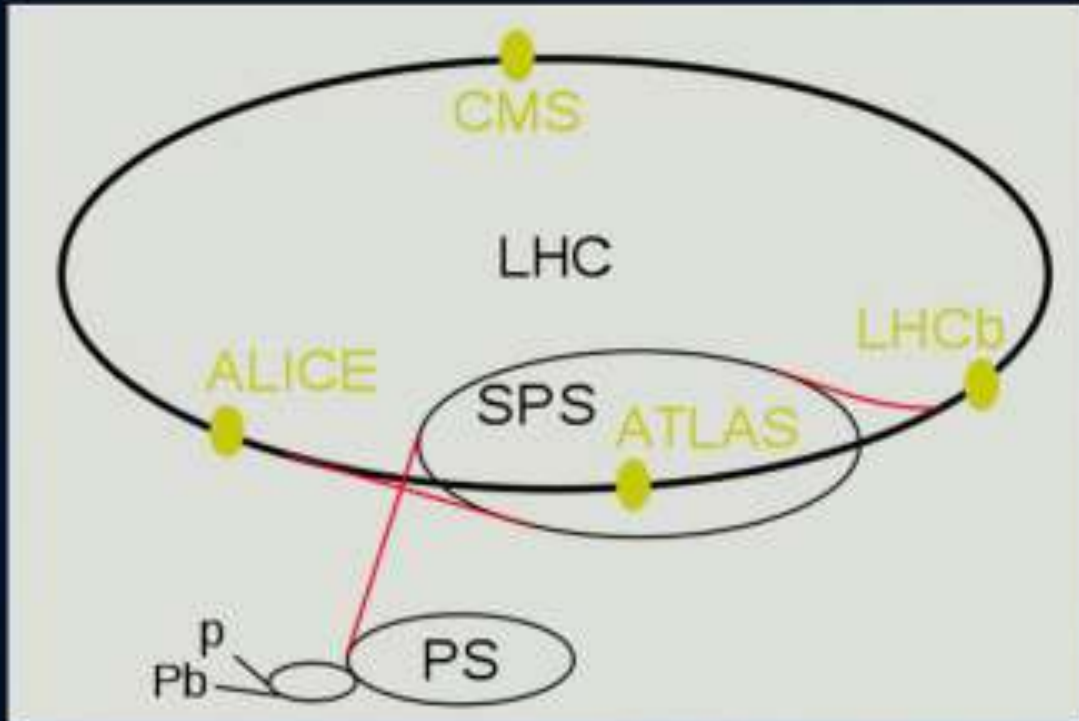


# Op zoek naar het allerkleinste

- deeltjesversnellers zijn er in verschillende soort en maten: elektrostatische versnellers, cyclotrons, synchrotrons, lineaire versnellers, enz.
- Ernest Lawrence en Stanley Livingston bouwden de eerste werkende cyclotron in 1931 met een diameter van 11 cm en de deeltjes hadden een energie van 80 keV
- alle versnellers hebben een bron die de elektrisch geladen deeltjes produceert en een vacuümsysteem waarin deze deeltjes voortbewegen
- een elektrisch veld zorgt voor de versnelling en een magnetisch veld houdt de deeltjes in de gewenste baan
- de kinetische energie van een versneld deeltje wordt uitgedrukt in elektronvolt (eV)
- $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$
- LHC botsingen aan 14 TeV ofwel  $14 \times 10^{12} \times 1,602 \times 10^{-19} = 22,4 \times 10^{-7} \text{ J}$  en is hiermee de krachtigste deeltjesversneller ter wereld
- ter vergelijking: als je een voorwerp van 1 kg vanaf een hoogte van 1 m laat vallen produceert dit een energie van  $9,8 \text{ J} = 6,1 \times 10^{19} \text{ eV}$



## traject van de deeltjes (via injectoren)



- p en Pb lineaire versnellers  
Linac 2: 50 MeV 31,4 % van c
- booster (kleine cirkel)  
1,4 GeV 91,6 % van c
- PS Proton Synchrotron (1959 – 628 m)  
25 GeV 99,93 %
- SPS Super Proton Synchrotron (1976 – 7 km)  
450 GeV 99,9998 %
- LHC (2008 tot heden – 27 km; voorheen LEP '89 – '00)  
7 TeV 99,9999991 %

## Waarom werd er gekozen voor protonen?

Snelle deeltjes die gedwongen worden om door een bocht te gaan verliezen een deel van hun energie in de vorm van straling, de zogenaamde synchrotronstraling (wetten van Maxwell).

Men kan dit voor een deel vermijden door de bocht zo groot mogelijk te maken, maar ook door i.p.v. met elektronen/positronen zoals bij de LEP te kiezen voor de veel zwaardere protonen als botsende deeltjes.

## Enkele FAQ's

Het duurt ca. 20 min vooraleer de protonen hun max. energieniveau binnen de LHC bereiken.

Gemiddeld worden de protonen 10 uur in de LHC gehouden.

De protonen worden in pakketjes (protonenwolk) door de ring gestuurd die zo'n 7,5 m uit elkaar liggen.

De protonen draaien ca. 11.000 rondjes per seconde.

Er zijn 40.000.000 "kruisingen" per seconde waarbij telkens gemiddeld zo'n 20 botsingen plaatsvinden.

Door middel van "triggers" wordt het aantal "interessante" botsingen in de CMS teruggebracht naar zo'n 1.000 per seconde, hetgeen toch nog altijd goed is voor 1 GB/s aan dataopslag (2 MB per botsing).

Er zijn 1.232 dipool magneten (15 m lang en 35 ton zwaar) die gekoeld worden tot 1,9 K om ze supergeleidend te maken (stroom van 11.850 A) hetgeen resulteert in een magnetisch veld van 8,33 Tesla.



# Woensdag 21 februari. voormiddag

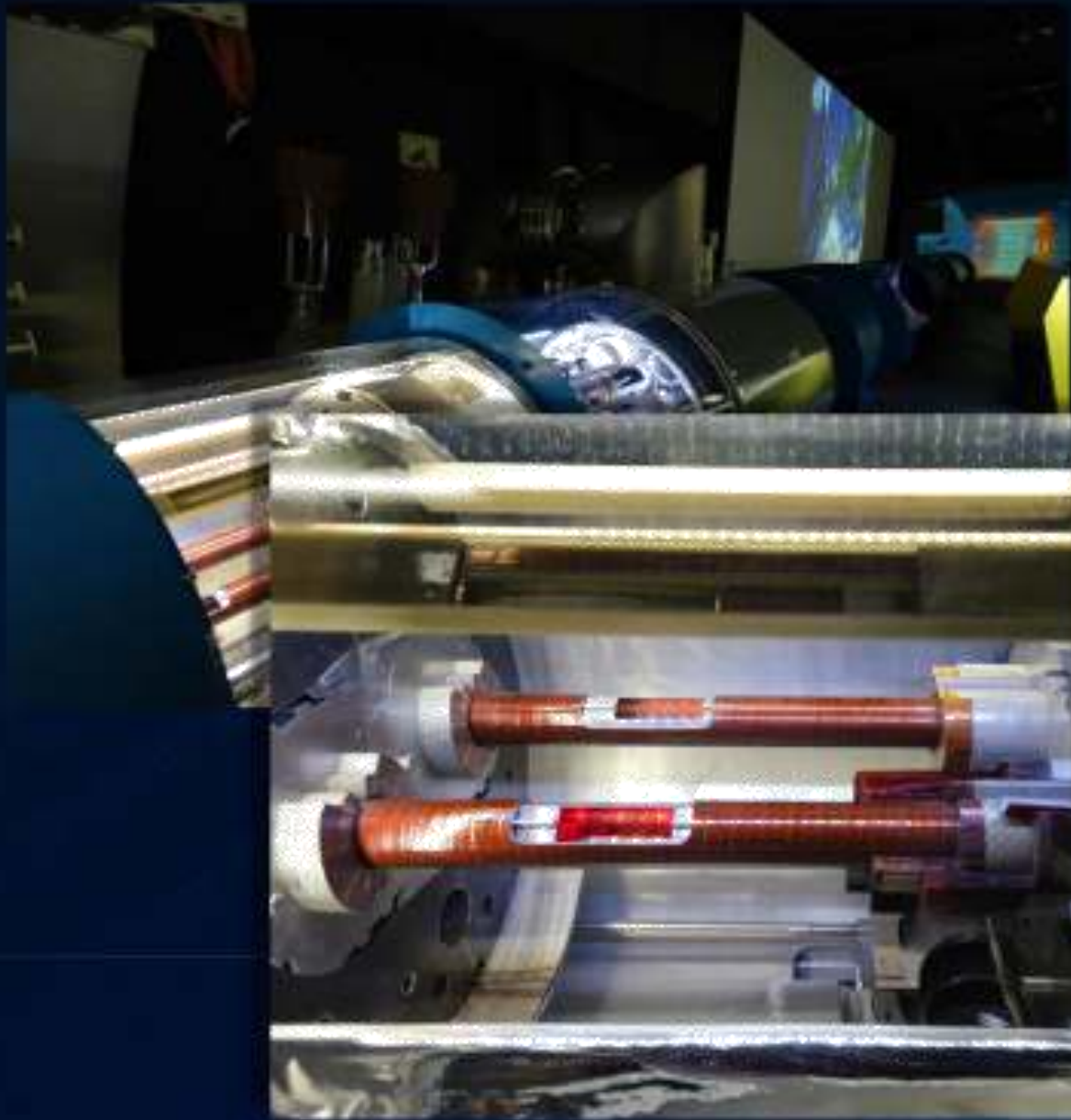
- bezoek aan de permanente tentoonstellingen

Microcosm



Universe of Particles















# Woensdag 21 februari: namiddag CMS

- per bus naar de CMS site in Cessy op ongeveer 30 min rijden

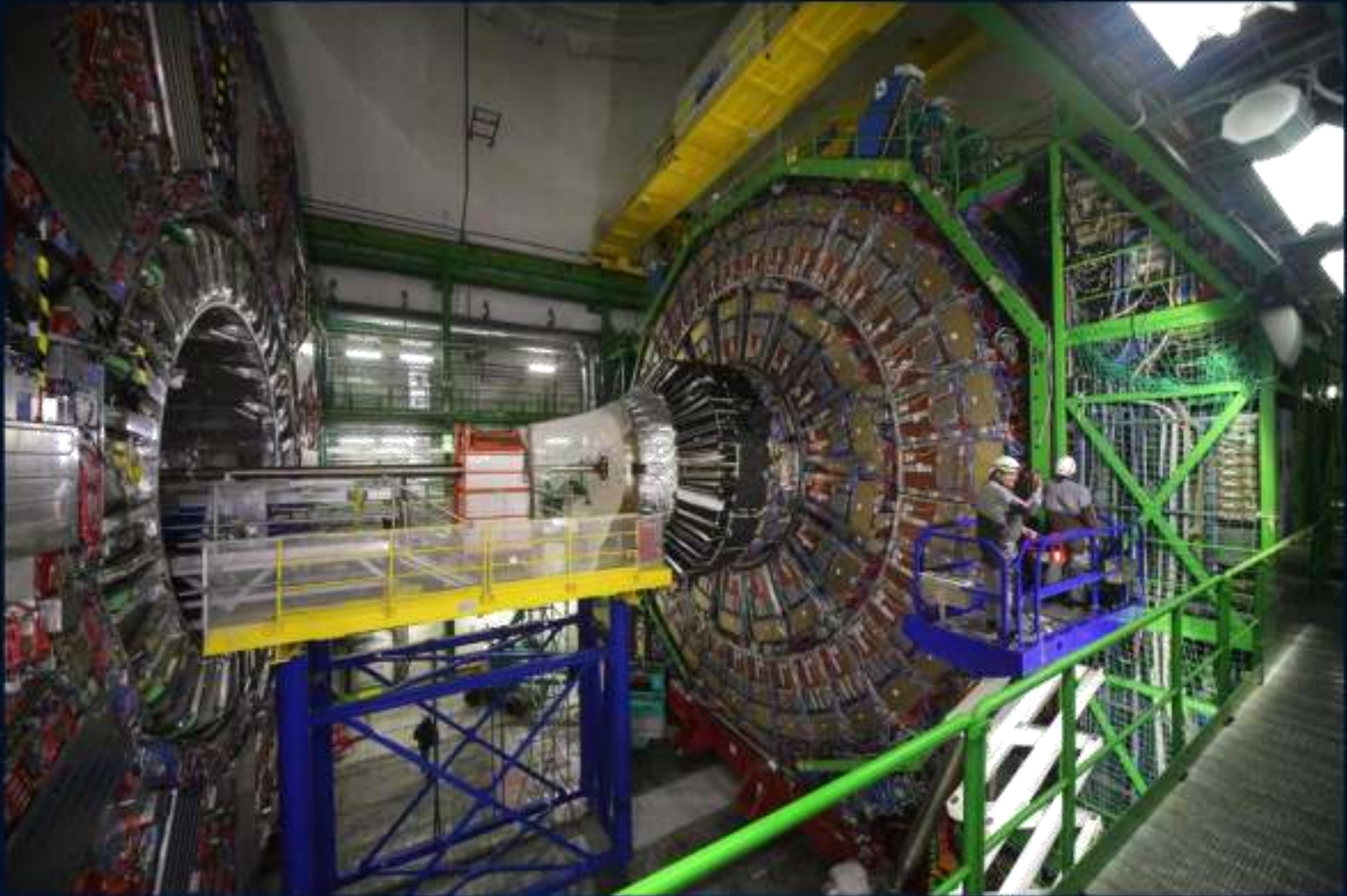




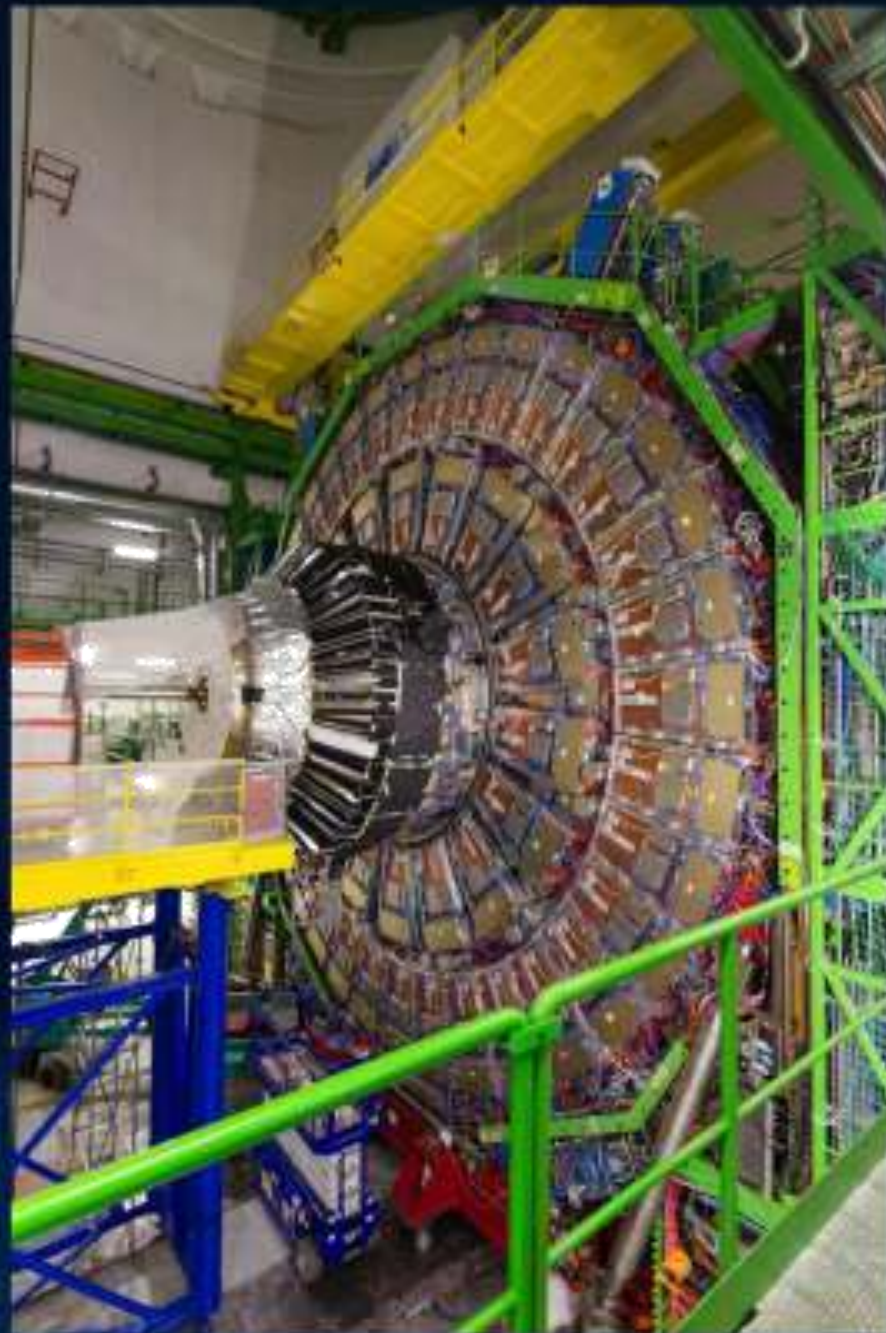




























## enkele interessante links

- <https://home.cern/about>
- <https://cds.cern.ch/>
- <https://cds.cern.ch/record/2255762/files/CERN-Brochure-2017-002-Eng.pdf>

## filmpje

- <https://tweakers.net/video/10791/op-zoek-naar-de-kern-deel-1-de-deeltjesversneller-van-cern.html>
- hier vind je ook deel 2 en deel 3

## boek

- De melodie van de natuur door Ivo Van Vulpen uitgev. Atlas ISBN 978 90 450 3600 7