
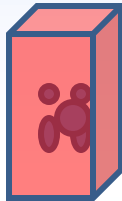


# Въведение в ускорителите и тяхното бъдеще

Български учители в ЦЕРН - 2014

 This image cannot currently be displayed.

**мишена**



**ускорител**



Естеството на мишената определя вида на снарядите.

## СНАРЯДИ

Частица	Заряд (С)	Маса (кг)
Електрон - $\beta$ , $e^-$	$-1.60 \times 10^{-19}$	$9.11 \times 10^{-31}$
Протон - $p$	$1.60 \times 10^{-19}$	$1.67 \times 10^{-27}$
$He^{++}$ - $\alpha$	$3.20 \times 10^{-19}$	$6.64 \times 10^{-27}$
$C^+$ - йон	$1.60 \times 10^{-19}$	$1.99 \times 10^{-26}$

## Сили на ускоряване

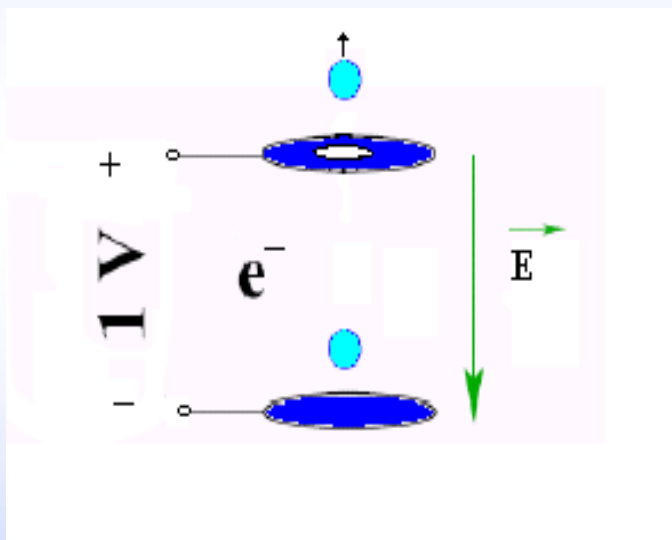
От известните в природата сили, най-ефективна за ускоряване е електрическата сила.

$$\mathbf{F} = q \cdot \mathbf{E}$$

При ускоряване на заредена частица в електрическо и магнитно поле

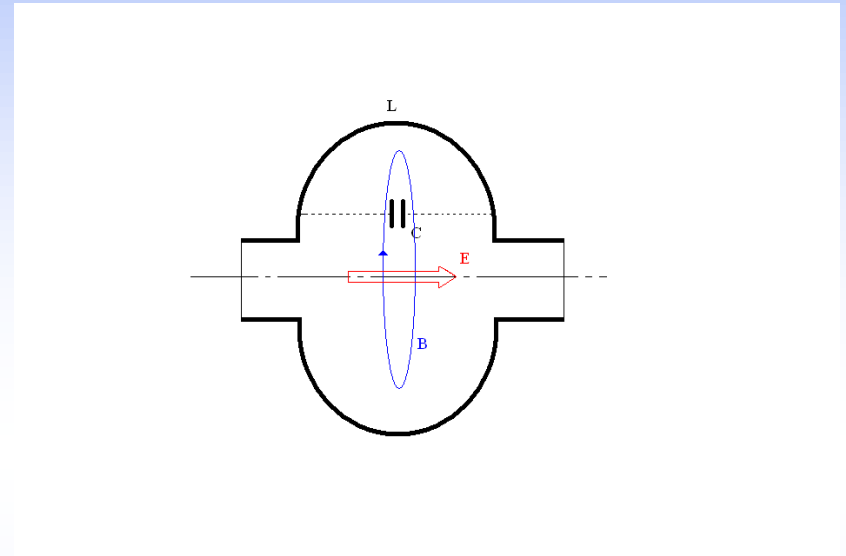
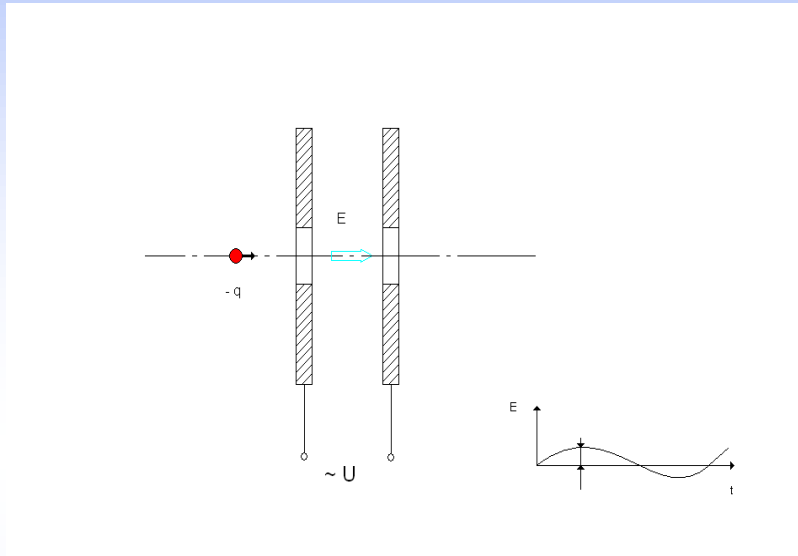
$$\vec{\mathbf{F}} = q \cdot (\vec{\mathbf{E}} + \vec{\mathbf{v}} \times \vec{\mathbf{B}})$$

## Измервателна единица за енергията на ускорение



- **Електронволт (1 eV) е единицата, която съответства на енергията, получена от един електрон (със заряд около  $1.602 \cdot 10^{-19} \text{C}$ ), преминал от една до друга точка, чиято разлика на електрическия потенциал е 1 V.**
- Това е малка единица и при ускорителите се използват нейните производни KeV, MeV, GeV и TeV.

# Ускоряване в промеждутък и в резонатор



Ускоряването в промеждутък с постоянно напрежение не е ефективно, тъй като пробивното напрежение на изолиращите диелектрици е ниско.

Прилагането на променливо електрическо поле води до групиране на частиците.

Ускоряването в полетата на обемен резонатор дава възможност за постигане на високи темпове на ускорение.

# Конфигурация на Големия Адронен Колайдер



- В зависимост от изискванията има изобретени различни видове ускорители. Една от най-удачните конфигурации за постигане на високи енергии на взаимодействие на частиците от снопа се нарича ускорител на насрещни снопове. От този тип е и Големият Адронен Колайдер (LHC).

## Основно предимство на колайдерите:

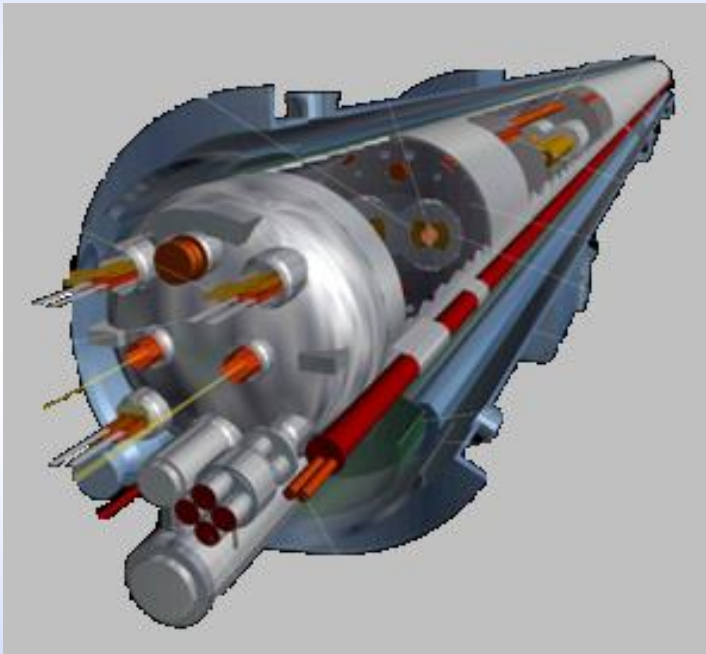
	Система на центъра на масите(СЦМ)	Лабораторна система(ЛС)
Лаборатория Фермилаб ,Чикаго	1 TeV X 1 TeV	$2 \cdot 10^3$ TeV
LHC I	3.5 TeV X 3.5 TeV	$2 \cdot 10^4$ TeV
LHC II	7 TeV X 7 TeV	$10^5$ TeV
LHC PbPb – 5.5 TeV нуклон/нуклон		

## Един от ускорителните модули на LHC





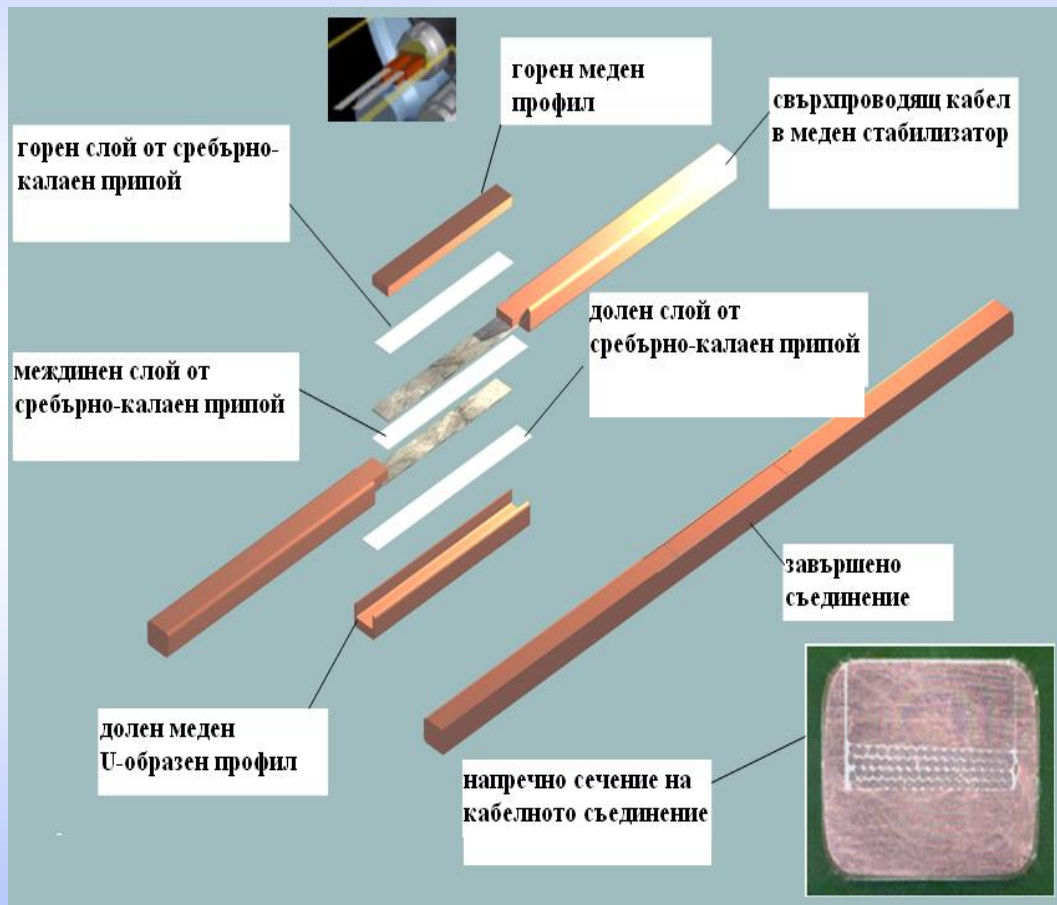
## Основен елемент на пръстена - сдвоен свърхпроводящ диполен магнит



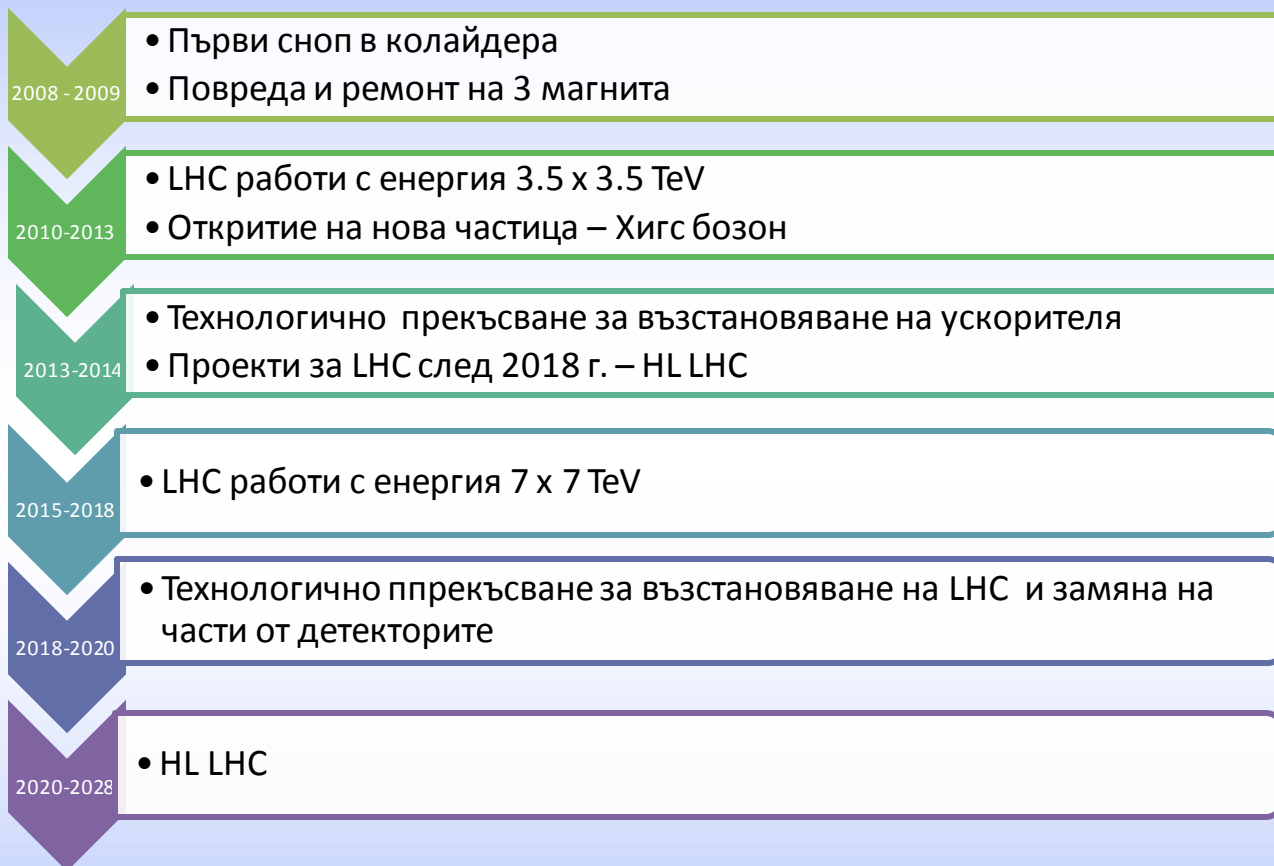
- Необходимо магнитно поле около 10 T. Възможно само със свърхпроводящи магнити, охладени с He II - нова технология от термоядерния синтез.
- 2 канала в един магнит!
- За свързване между магнитите е изобретен нов вид ултразвуково заваряване специално за LHC.

Слабото място на LHC – връзката между магнитите.

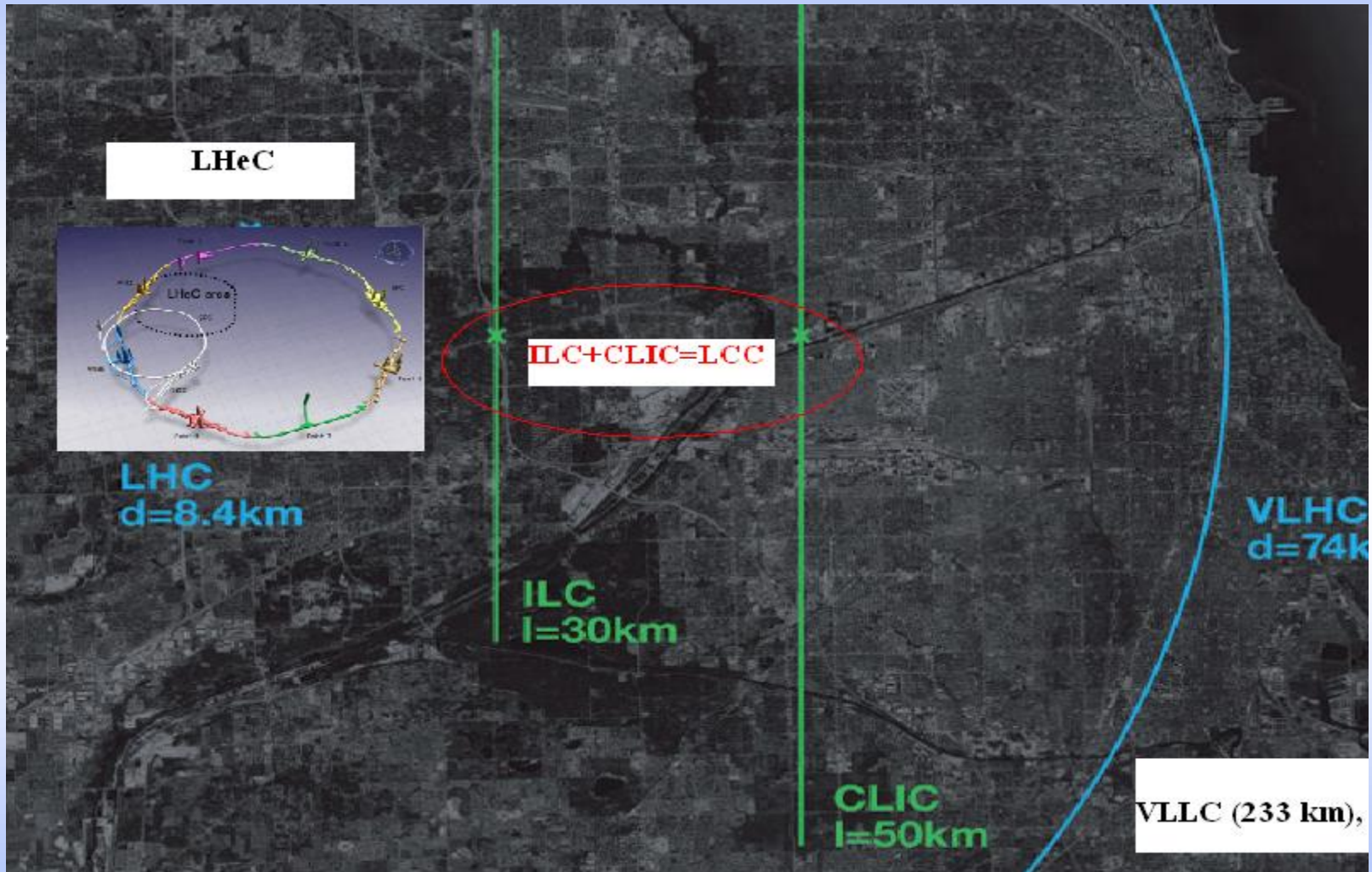
# Свърхпроводящ кабел и свързване между магнитите

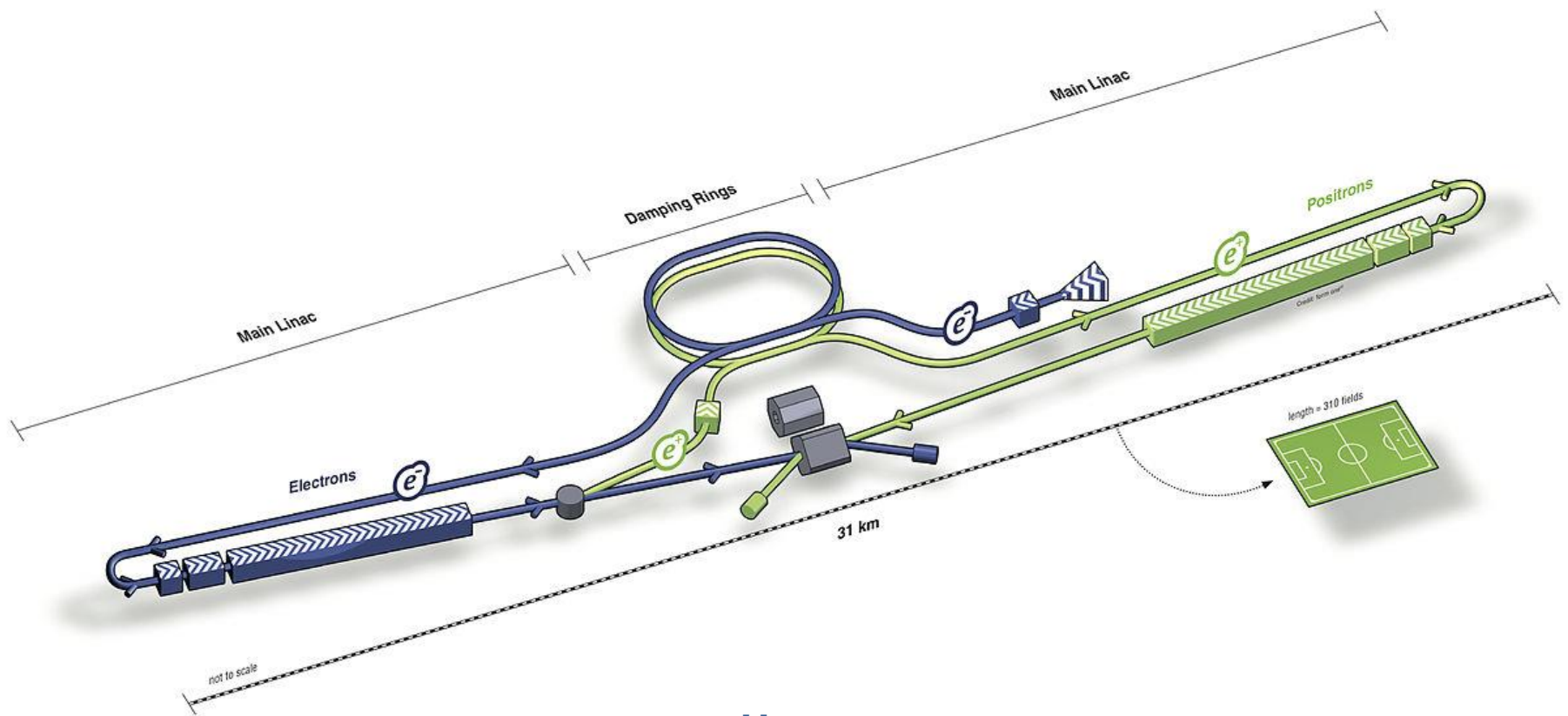


# РАЗВИТИЕ НА LHC



# Какво се задава след LHC?





## 16 000 резонатора за ILC



**Частици:** насрешни снопове от електрони и позитрони

**Принцип:** (2x) Линеен ускорител

Ускорителна технология:

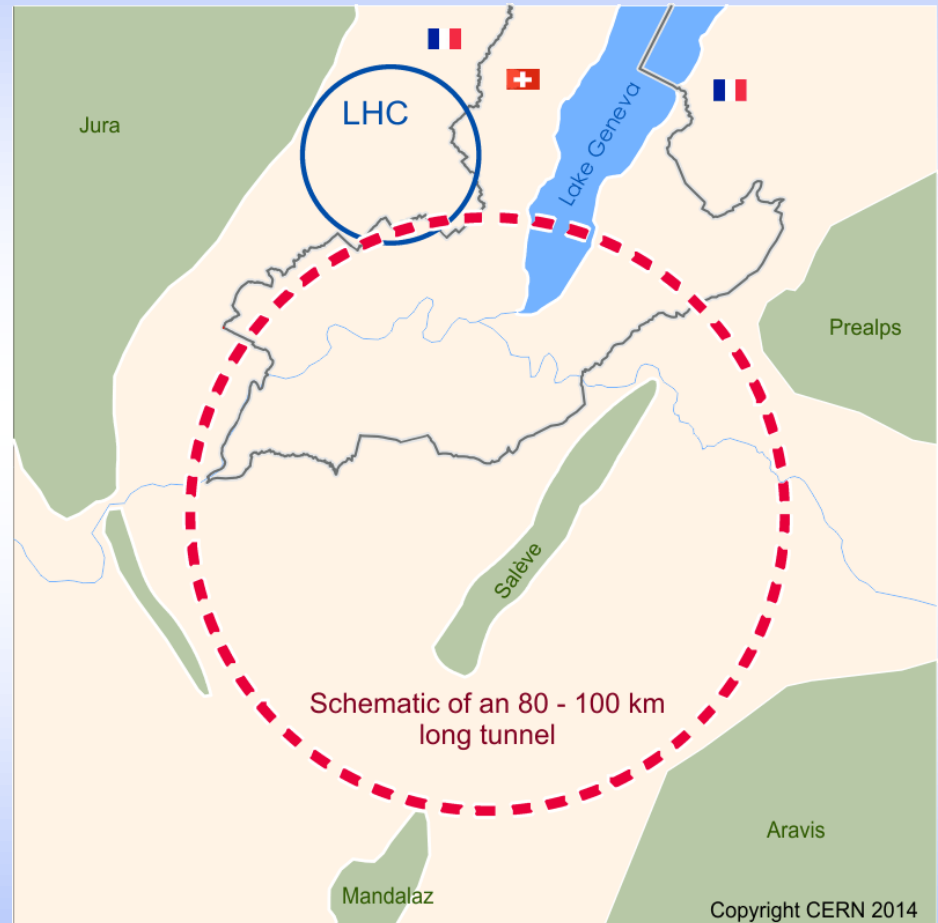
Свърхпроводящи радиочестотни ускоряващи резонатори

**Енергия:** 500 GeV – 1 TeV (LHC – 14 TeV)

**Дължина:** 30 – 50 км

# FCC

- Още по-голямо LHC –  
FCC (Future Circular Collider) –  
концептуален дизайн  
трябва да бъде готов  
до края на 2018:
- Дължина – 80-100 км
  - Максимална  
енергия – 100 TeV  
(за насрещни  
снопове от протони)



Източник: <https://espace2013.cern.ch/fcc/Pages/default.aspx>

## Петаватни лазери и нови ускорители

Параметри на новите лазери:

Дължина на импулса по време – под  $10^{-12}$  с

Дължина на импулса в пространството – 300 мкм

Дължина на вълната – около 1 мкм

Свѐрхмощни импулси – енергия до стотици джаули, мощност -  $10^{15}$  Вт.

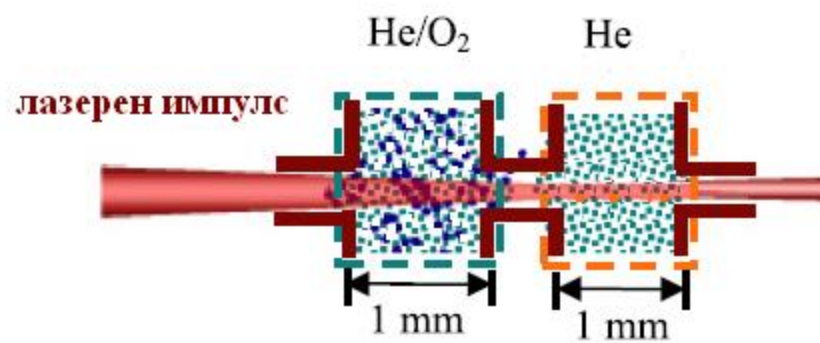
**Свѐрхсилни полета:** Фокусиране на такъв светлинен импулс в кръг с радиус 10 мкм дава  $3 \times 10^{20}$  Вт/см<sup>2</sup>, при което електрическото поле достига

**$10^{12}$  В/см.**

В атома то е  $5 \times 10^9$  В/см.

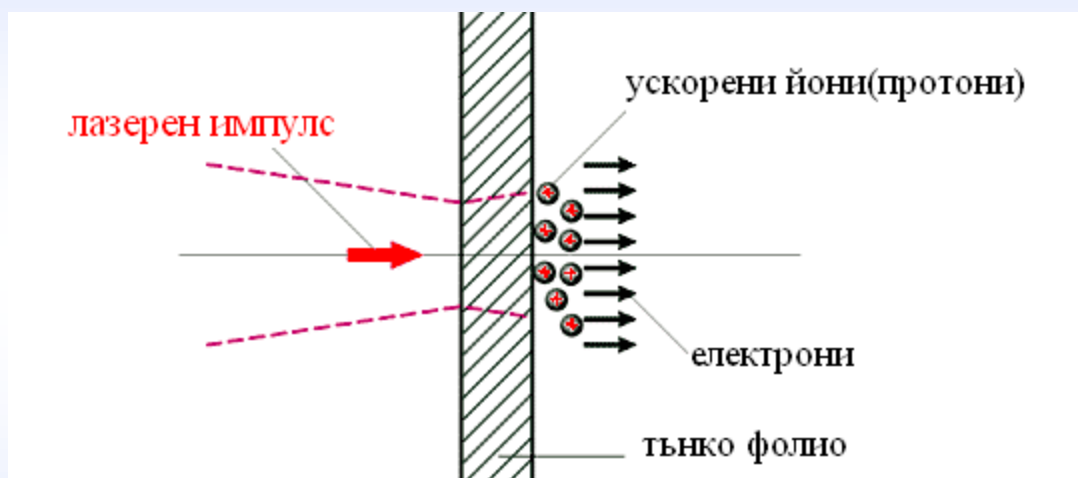
Има доста обнадеждаващи успехи в използването на тези полета за ускоряване на заредени частици.

## Лазерен ускорител на електрони до 2 GeV

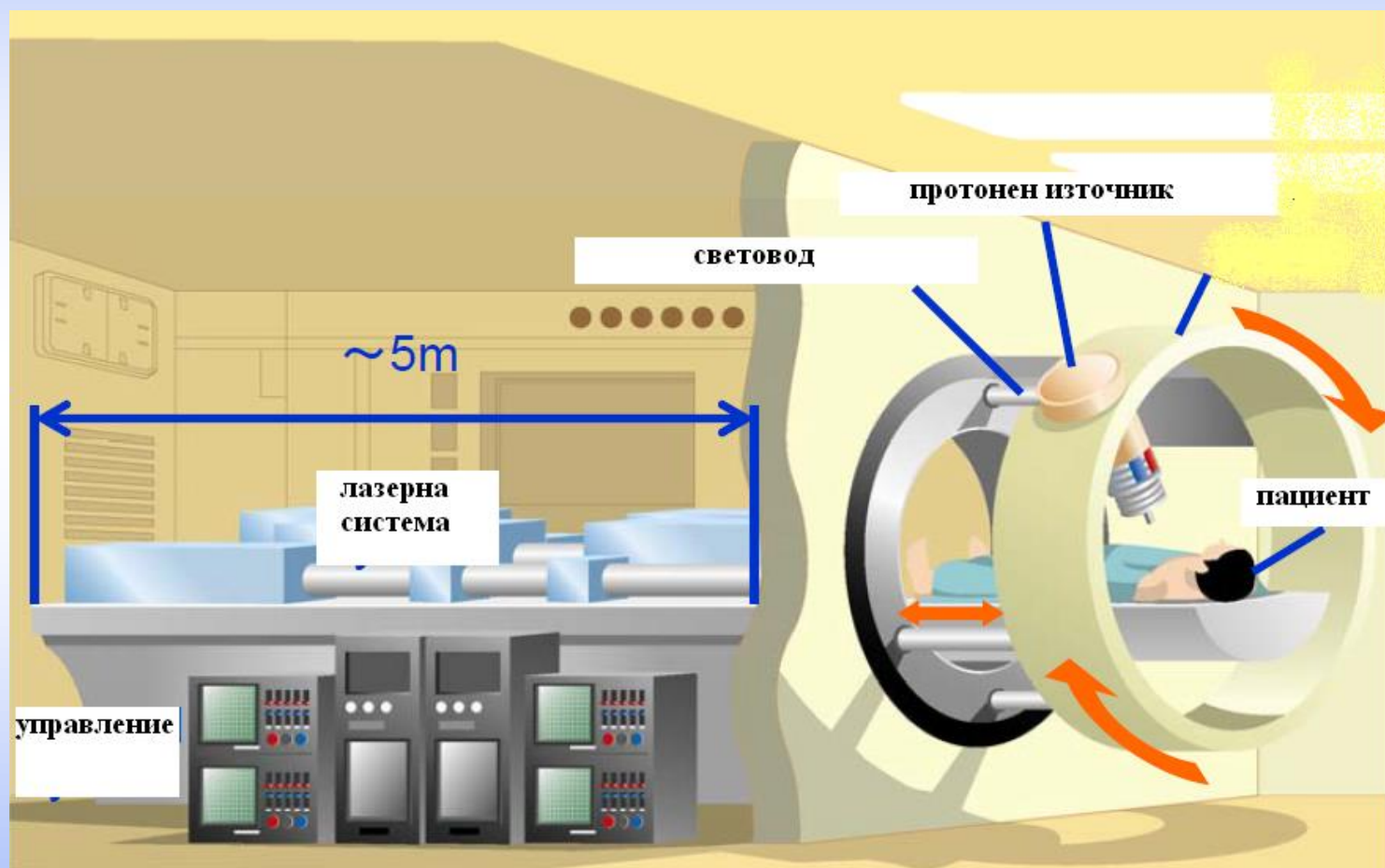




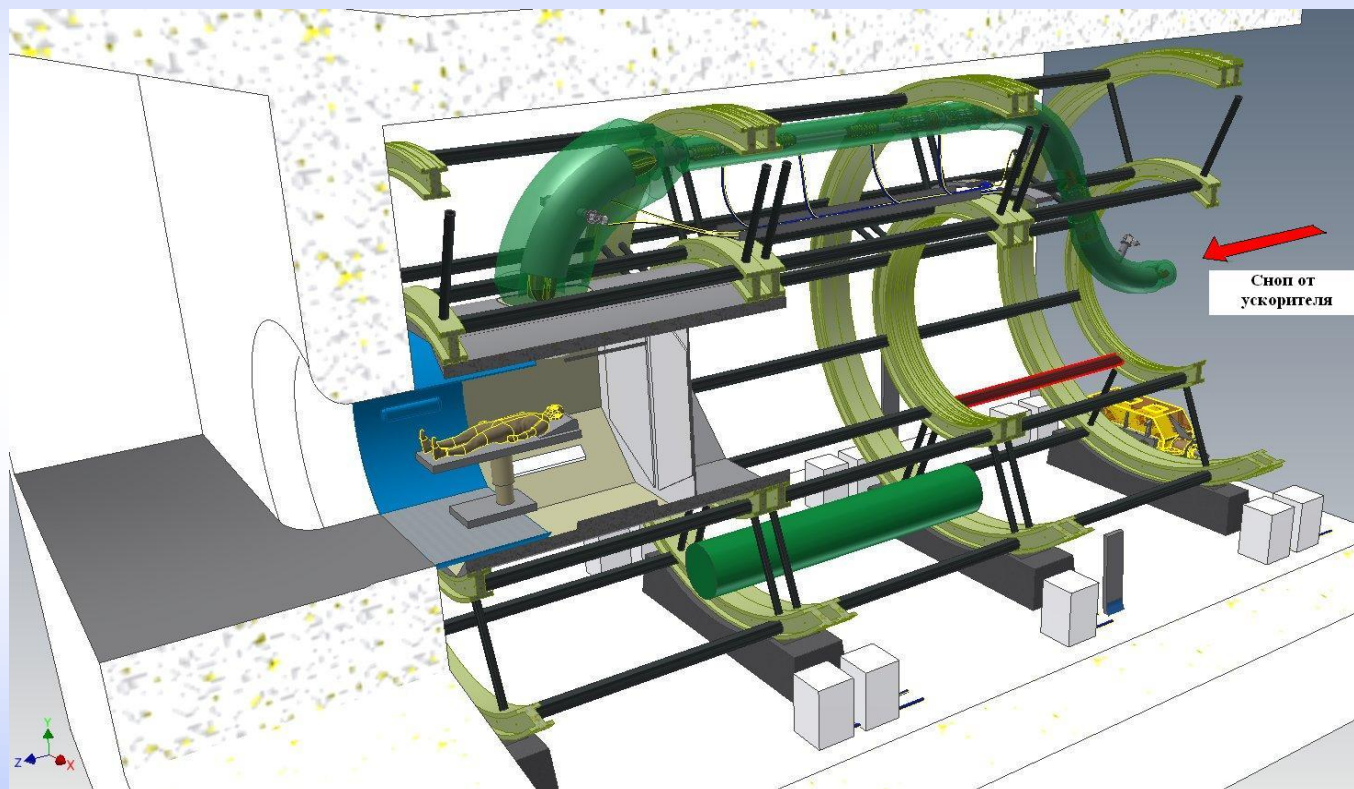
## Лазерен ускорител на протони до стотици MeV



## Проект за приложение на протонен ускорител



## Гантри за съвременен ускорител на йони



Благодаря за вниманието!