



Berta Rubio
IFIC (CSIC- Uni. Valencia)
Berta.rubio@ific.uv.es
4 Dic. 2008

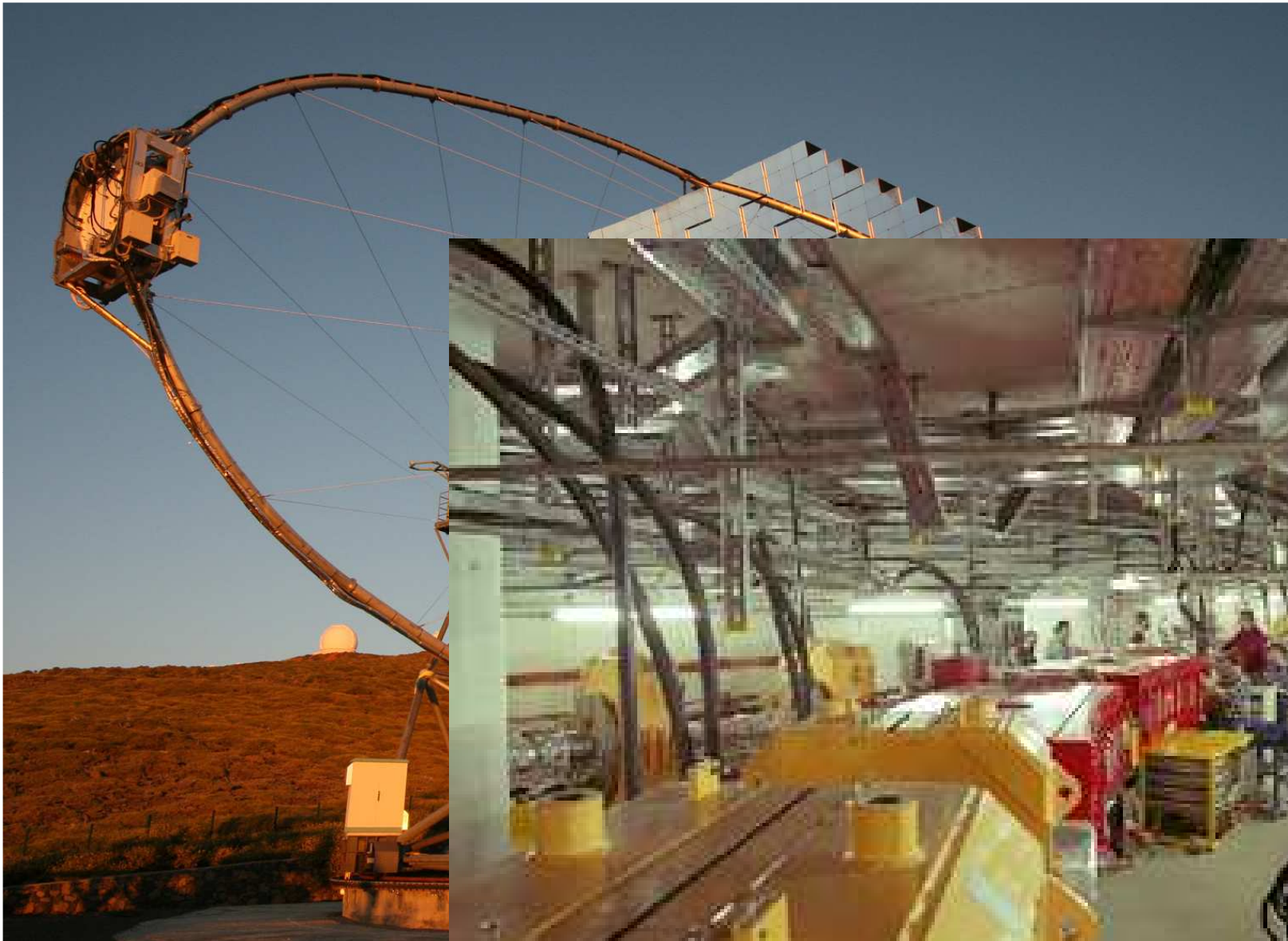


Facility for Antiprotons and Ion Research

FAIR: La Física Nuclear en la frontera con la Física de Partículas, la Astrofísica y las Aplicaciones.

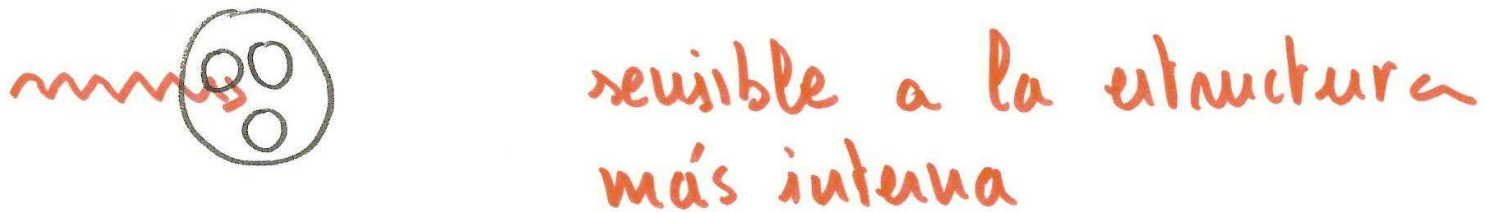
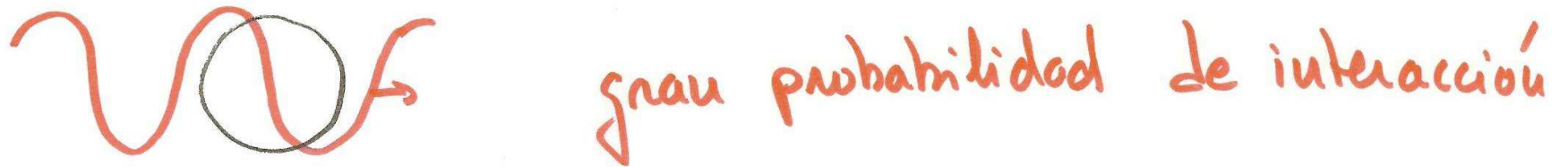
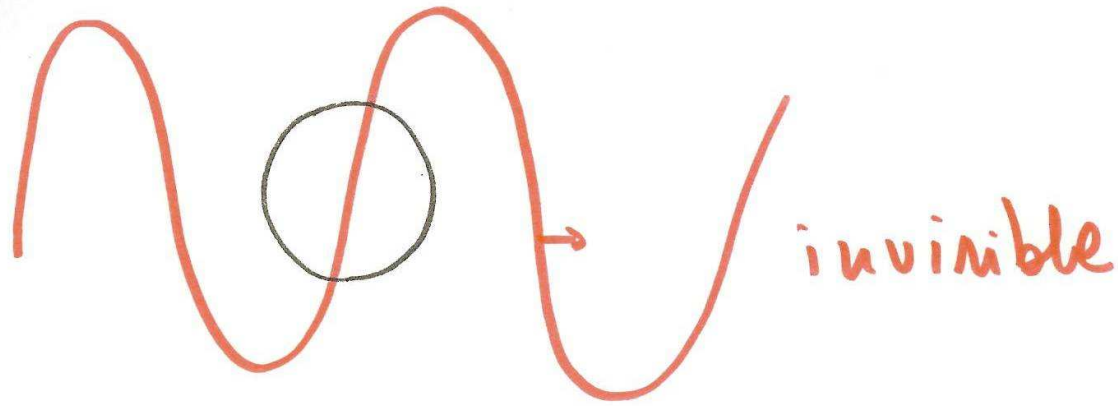


Austria China Finland France Germany Greece India Italy Poland Slovenia Spain Sweden Romania Russia UK



Berta Rubio (IFIC-Valencia)

Microscopios



Los núcleos son objetos minúsculos, del orden de 10^{-14} m y 10^{-26} Kg, pero que constituyen el 99.8% de la materia del Mundo en que vivimos.

Son reacciones nucleares las que producen el calor que nos llega del Sol y que hace posible la vida en la Tierra, y son reacciones nucleares en las estrellas las que producen los elementos químicos de los que estamos hechos (excepto el H y el He que aparecen en el Big Bang)

De qué está hecha la materia

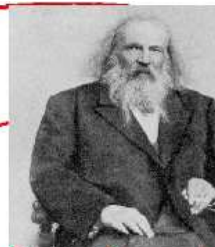


Philosophers of ancient Greece believed it was made of 4 elements



1808 Dalton, following their weights, made a first list of elements

ELEMENTS	
Hydrogen	Stannum
Acid	Barium
Carbon	Lithium
Oxygen	Zinc
Phosphorus	Copper
Sulphur	Lead
Magnesia	Silver
Lime	Gold
Soda	Platina
Potash	Mercury



Mendeleev 1869 introduced The periodic table of elements

0	I	II	III	IV	V	VI	VII	
He 4	Li 7	Be 9-1	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	—
Ne 20	Na 23	Mg 24-4	Al 27-1	Si 28-4	P 31-0	S 32-1	Cl 35-5	—
Ar 40	K 39-1	Ca 40	Sc 44-1	Ti 48-1	V 51-2	Cr 52-1	Mn 55-0	Fe 56, Ni 58-7, Co 59
Kr 84	Cu 63-6	Zn 65-4	Ga 70	Ge 72	As 75	Se 79-1	Br 80-0	—
X 86	Rb 85-4	Sr 87-6	Y 89	Zr 90-6	Nb 94	Mo 96-0	—	Ru 102, Rh 103, Pd 106
—	Ag 107-9	Cd 112	In 114	Sn 118-5	Sb 120	Te 127	I 126-9	—
—	Cs 133	Ba 137-4	La 138 etc.	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	Yb 173	—	Ta 183	W 184	—	Os 191, Ir 193, Pt 195
—	Au 197-2	Hg 200-3	Tl 204-1	Pb 206-9	Bi 208	—	—	—
—	—	—	—	Th 232	—	U 240	—	—

Tabla de los elementos químicos actual



≡ Sintéticos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18														
1	1 H 1.0079	Atomic Sym Mass																2 He 4.0026														
2	3 Li 6.941	4 Be 9.0121	Metals										No metales		Gases nobles																	
3	11 Na 22.989	12 Mg 24.305	Alcalinos		Alcalinotérreos		Inner transition		Lantánidos		Actinidos		Metales de transición		Metales del bloque p		5 B 10.811	6 C 12.010	7 N 14.006	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.179										
4	19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.955	22 Ti 47.867	23 V 50.941	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.921	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798														
5	37 Rb 85.467	38 Sr 87.62	39 Y 88.905	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.96	43 Tc (97.907)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90	46 Pd 106.42	47 Ag 107.86	48 Cd 112.41	49 In 114.81	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29														
6	55 Cs 132.90	56 Ba 137.32																72 Hf 178.49	73 Ta 180.94	74 W 183.84	75 Re 186.20	76 Os 190.23	77 Ir 192.21	78 Pt 195.08	79 Au 196.96	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (208.98)	85 At (209.98)	86 Rn (222.01)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)																104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)	116 Uuh (292)	117 Uus	118 Uuo (294)

Las masas atómicas entre parentesis se corresponden con las de aquellos isótopos que son más estables o más abundantes.

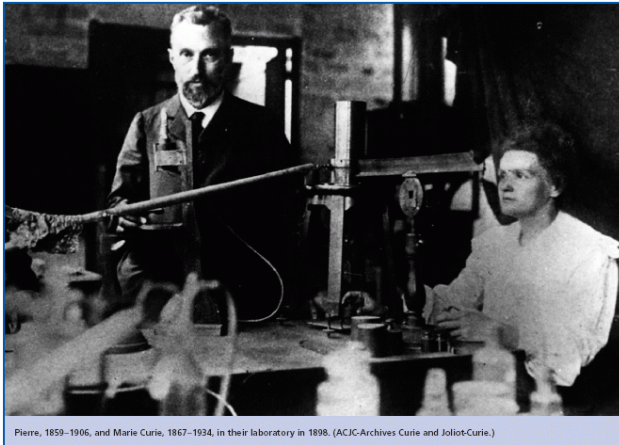
57 La 138.90	58 Ce 140.11	59 Pr 140.90	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.25	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.96
89 Ac (227)	90 Th 232.03	91 Pa 231.03	92 U 238.02	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

Así, mientras que no se puede afirmar sin ruborizarse que la cantidad y el nivel de las producciones literarias o artísticas de nuestro tiempo son las mayores de la historia, porque ahí están Cervantes, Rembrandt o Mozart para cuestionarlo, sí se puede decir, **en cambio, que la producción científica de hoy es la más abundante, más completa y más rigurosa que haya existido nunca**, con o sin permiso de Newton o de Darwin.

Ello es así porque, **desde hace un siglo, la producción de conocimientos científicos, ha dejado de ser una ocupación ocasional de caballeros europeos ilustrados, para convertirse en una estrategia**somos hoy millones de personas trabajando a tiempo completo en todo el mundo.

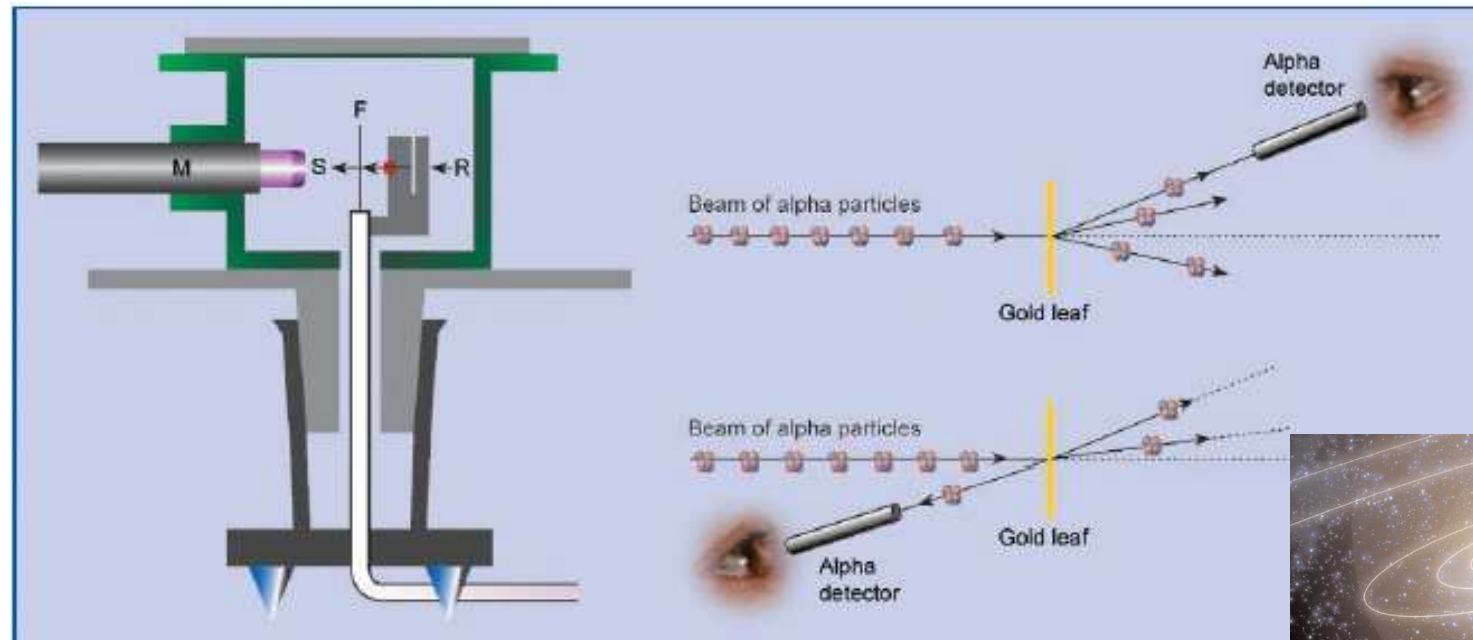
Carlos Martínez, presidente del CSIC, El País 2 de Febrero de 2008

(hoy Secretario de Estado de Investigación)



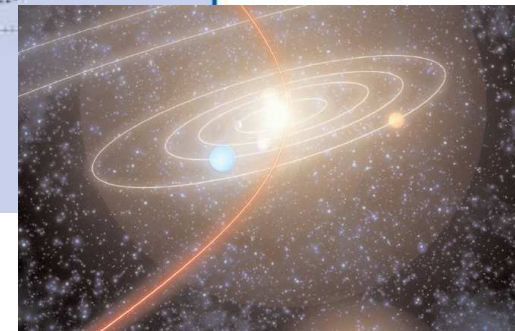
Pierre, 1859–1906, and Marie Curie, 1867–1934, in their laboratory in 1898. (ACJC/Archives Curie and Joliot-Curie.)

1898

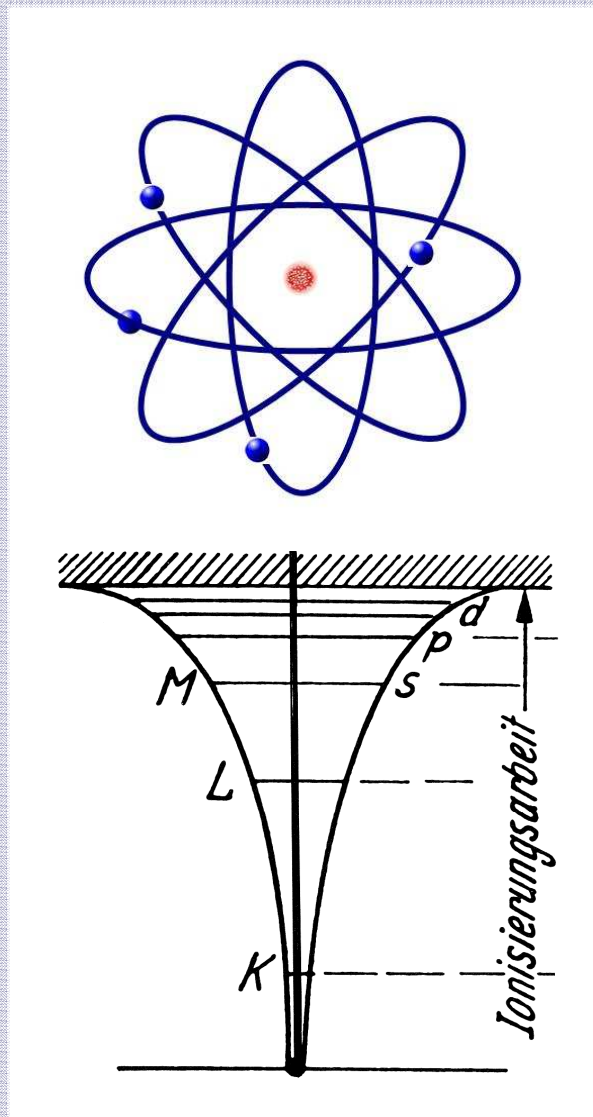


“Rutherford experiment”
en realidad Geiger y Marsden

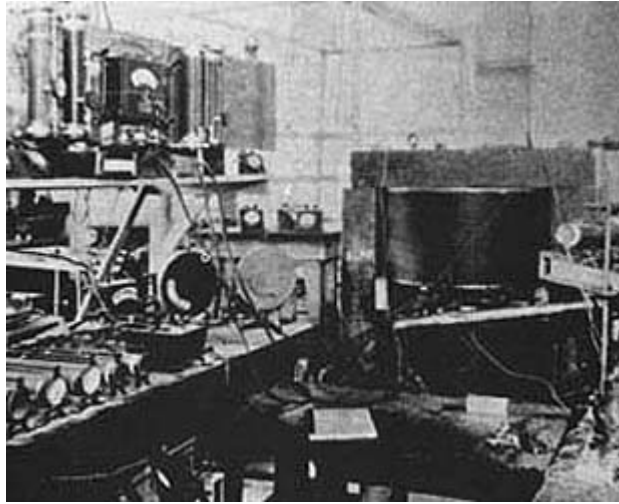
1908



1913: Das Bohrsche Atommodell



- **Niels Hendrick David Bohr**



El primer ciclotrón entró en operación en la Universidad de California en 1932.

Lawrence y Livingston

p de 1 MeV



RHIC (Relativistic heavy Ion Collider)

2.5 millas, 2001

Au a 200 GeV/n

Hoy por hoy tenemos aceleradores en todo el Mundo que utilizan haces (sondas) de distinto tipo: p, n, fotones, iones pesados, electrones, con un gran espectro de energías que superan (ej. LHC p de 7 TeV) la energía necesaria para el estudio de la física nuclear.

Berta Rubio (IFIC-Valencia)

Table of Baryons

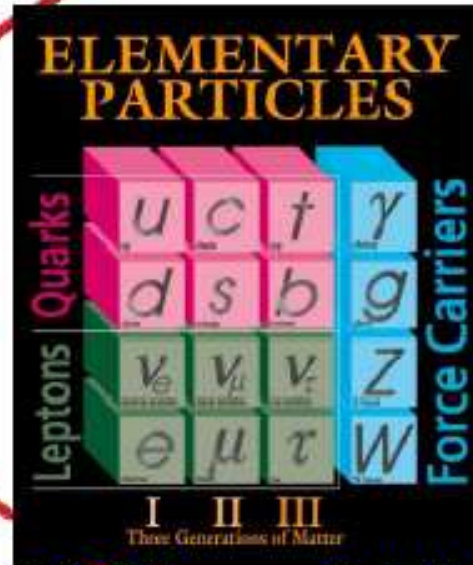
Particle	Symbol	Makeup	Rest mass MeV/c ²	Spin	B	S	Lifetime (seconds>	Decay Modes
Proton	p	uud	938.3	1/2	+1	0	Stable	...
Neutron	n	ddu	939.6	1/2	+1	0	920	$p e^- \bar{\nu}_e$
Lambda	Λ^0	uds	1115.6	1/2	+1	-1	2.6×10^{-10}	$p\pi^-, n\pi^0$
Sigma	Σ^+	uus	1189.4	1/2	+1	-1	0.8×10^{-10}	$p\pi^0, n\pi^+$
Sigma	Σ^0	uds	1192.5	1/2	+1	-1	6×10^{-20}	$\Lambda^0 \gamma$
Sigma	Σ^-	dds	1197.3	1/2	+1	-1	1.5×10^{-10}	$n\pi^-$
Delta	Δ^{++}	uuu	1232	3/2	+1	0	0.6×10^{-23}	$p\pi^+$
Delta	Δ^+	uud	1232	3/2	+1	0	0.6×10^{-23}	$p\pi^0$
Delta	Δ^0	udd	1232	3/2	+1	0	0.6×10^{-23}	$n\pi^0$
Delta	Δ^-	ddd	1232	3/2	+1	0	0.6×10^{-23}	$n\pi^-$

Mesons

Particle	Symbol	Anti-particle	Makeup	Rest mass MeV/c ²	S	C	B	Lifetime	Decay Modes
Pion	π^+	π^-	$u\bar{d}$	139.6	0	0	0	2.60×10^{-8}	$\mu^+ \nu_\mu$
Pion	π^0	Self	$\frac{u\bar{u} + d\bar{d}}{\sqrt{2}}$	135.0	0	0	0	0.83×10^{-16}	2γ
Kaon	K^+	K^-	$u\bar{s}$	493.7	+1	0	0	1.24×10^{-8}	$\mu^+ \nu_\mu, \pi^+ \pi^0$
Kaon	K_s^0	K_s^0	1*	497.7	+1	0	0	0.89×10^{-10}	$\pi^+ \pi^-, 2\pi^0$
Kaon	K_L^0	K_L^0	1*	497.7	+1	0	0	5.2×10^{-8}	$\pi^+ e^- \bar{\nu}_e$
Eta	η^0	Self	2*	548.8	0	0	0	$< 10^{-18}$	$2\gamma, 3\mu$
Eta prime	η'^0	Self	2*	958	0	0	0	...	$\pi^+ \pi^- \eta$
Rho	ρ^+	ρ^-	$u\bar{d}$	770	0	0	0	0.4×10^{-23}	$\pi^+ \pi^0$
Rho	ρ^0	Self	$u\bar{u}, d\bar{d}$	770	0	0	0	0.4×10^{-23}	$\pi^+ \pi^-$
Omega	ω^0	Self	$u\bar{u}, d\bar{d}$	782	0	0	0	0.8×10^{-22}	$\pi^+ \pi^- \pi^0$
Phi	ϕ	Self	$s\bar{s}$	1020	0	0	0	20×10^{-23}	$K^+ K^-, K^0 \bar{K}^0$
D	D^+	D^-	$c\bar{d}$	1869.4	0	+1	0	10.6×10^{-13}	$K + _-, e + _-$
D	D^0	\bar{D}^0	$c\bar{u}$	1864.6	0	+1	0	4.2×10^{-13}	$[K, \mu, e] + _-$
D	D_s^+	D_s^-	$c\bar{s}$	1969	+1	+1	0	4.7×10^{-13}	$K + _-$
J/Psi	J/ψ	Self	$c\bar{c}$	3096.9	0	0	0	0.8×10^{-20}	$e^+ e^-, \mu^+ \mu^- \dots$
B	B^-	B^+	$b\bar{u}$	5279	0	0	-1	1.5×10^{-12}	$D^0 + _-$
B	B^0	\bar{B}^0	$d\bar{b}$	5279	0	0	-1	1.5×10^{-12}	$D^0 + _-$
B_s	B_s^0	\bar{B}_s^0	$s\bar{b}$	5370	0	0	-1	...	$B_s^- + _-$
Upsilon	Υ	Self	$b\bar{b}$	9460.4	0	0	0	1.3×10^{-20}	$e^+ e^-, \mu^+ \mu^- \dots$

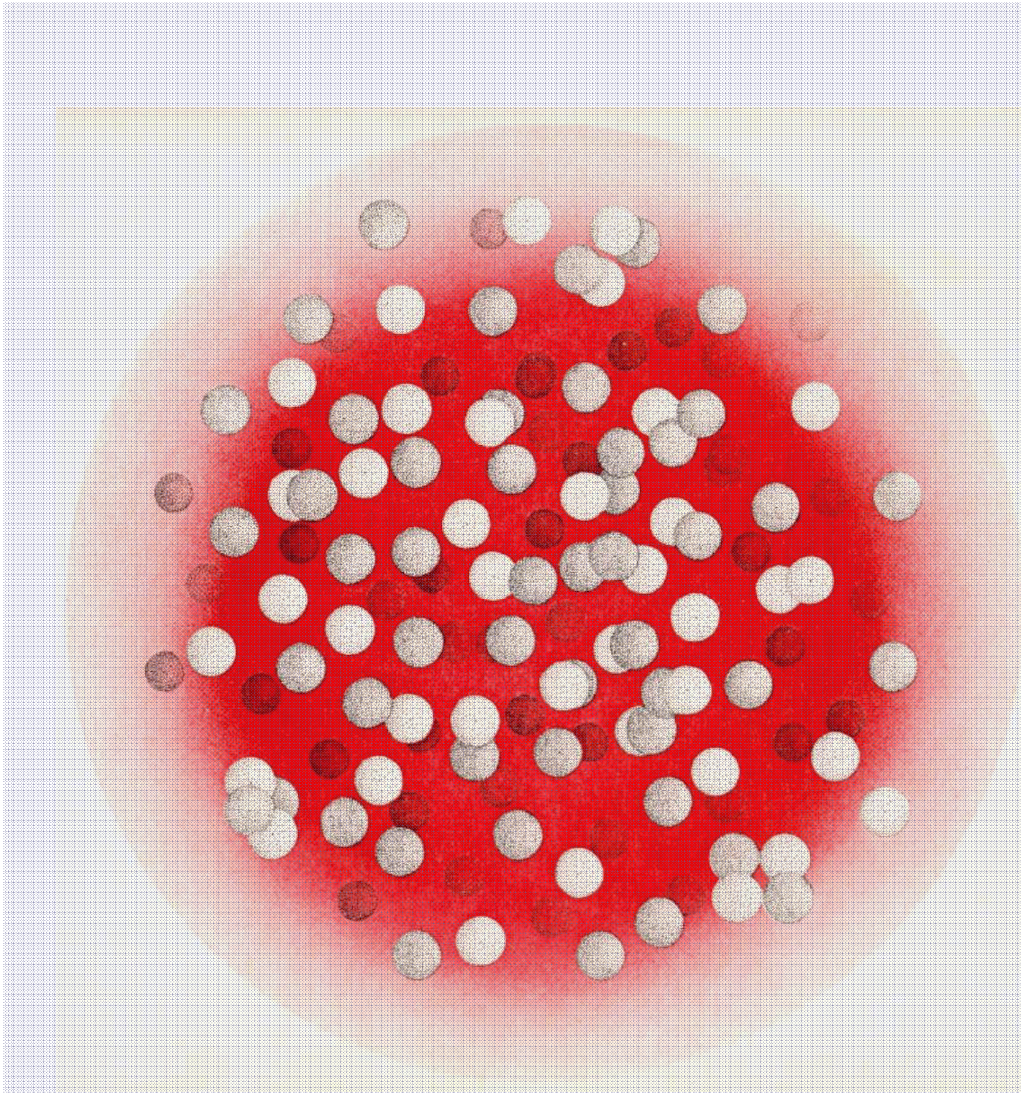
Properties of the Leptons

Particle	Symbol	Anti-particle	Rest mass MeV/c ²	L(e)	L(muon)	L(tau)	Lifetime (seconds)
Xi Cascade	Ξ						
Xi Cascade	Ξ						
Omega	Ω						
Lambda	Λ						
Electron	e^-	e^+	0.511	+1	0	0	Stable
Neutrino (Electron)	ν_e	$\bar{\nu}_e$	$0 (< 7 \times 10^{-6})$	+1	0	0	Stable
Muon	μ^-	μ^+	105.7	0	+1	0	2.20×10^{-6}
Neutrino (Muon)	ν_μ	$\bar{\nu}_\mu$	$0 (< 0.27)$	0	+1	0	Stable
Tau	τ^-	τ^+	1777	0	0	+1	2.96×10^{-13}
Neutrino (Tau)	ν_τ	$\bar{\nu}_\tau$	$0 (< 31)$	0	0	+1	Stable



1963 Murray, Gell-Mann, and Zweig laid the foundation of the quark model

Un núcleo de Au



La Física Nuclear
No tiene un “modelo Estandar”

- **Número de Protones = 79**
- **Número de Neutrones = 118**
- **Masa atómica = 197**

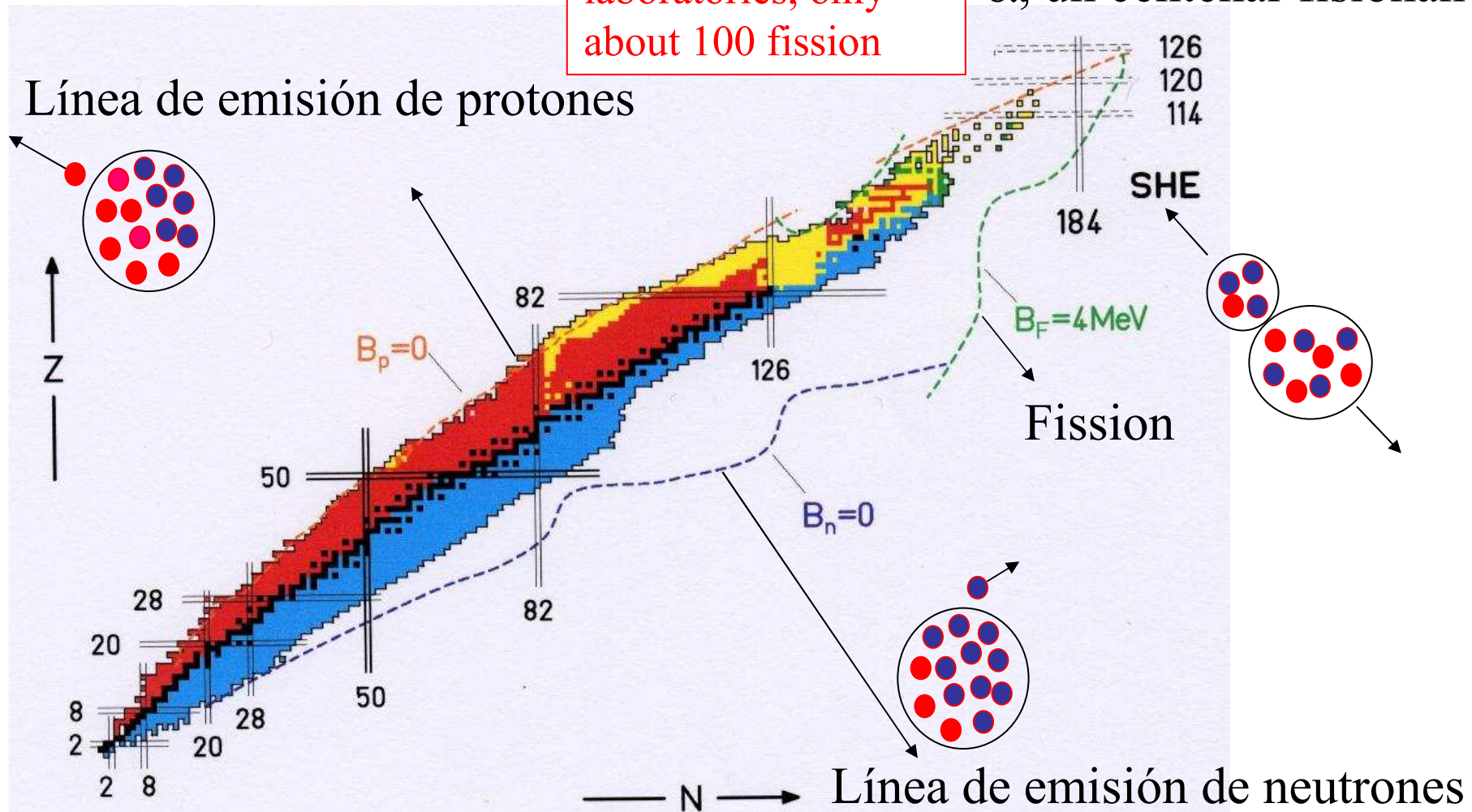
Tabla de núclidos

265 son estables
(existen en la
Tierra)

Unos 6000 son
posibles
(ligados) About 3000
out of 6000
synthesised in our
laboratories, only
about 100 fission

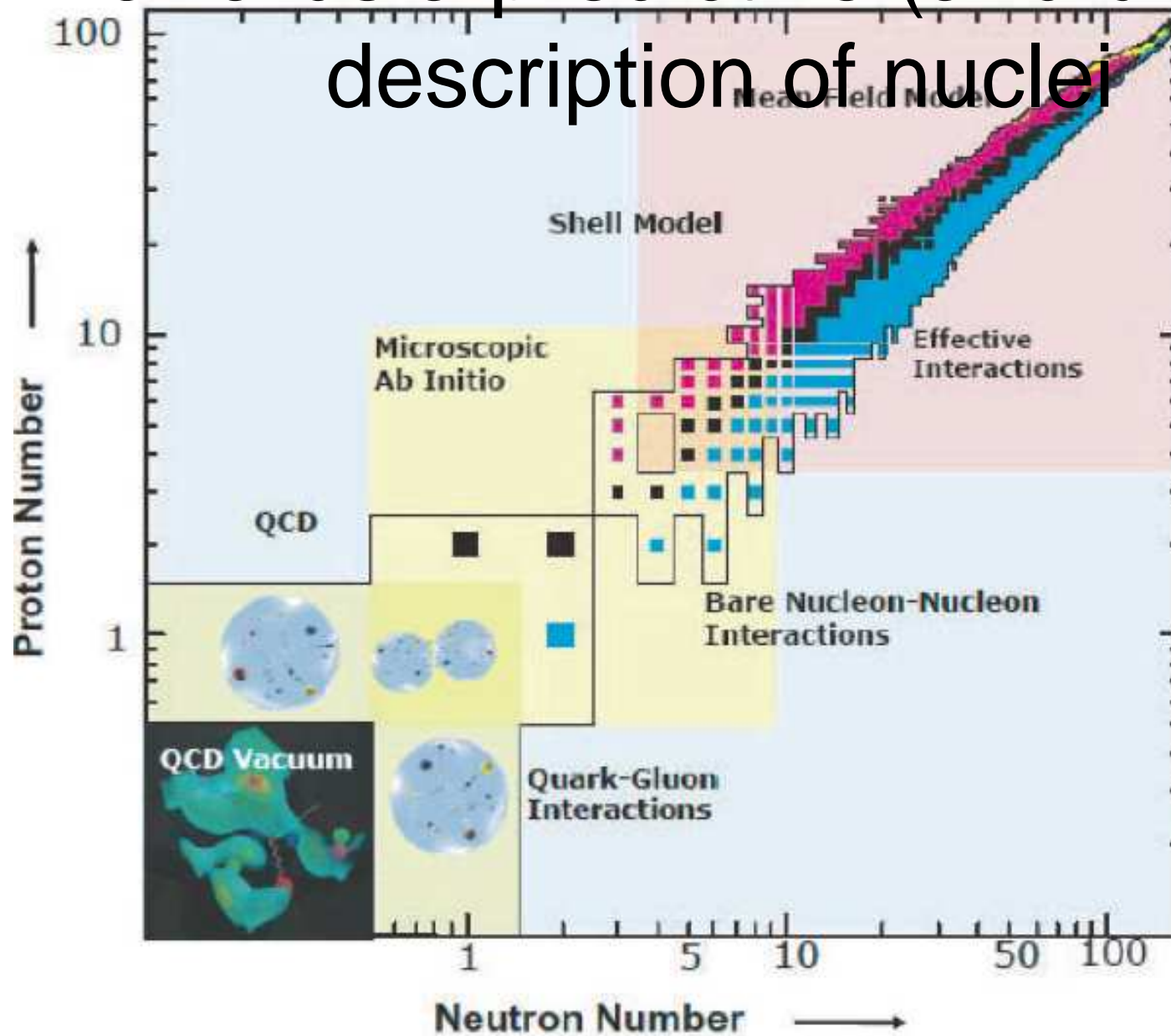
La mayoría de ellos
se desintegran
 β^+ o β^- , algunos
menos se desintegran
 α , un centenar fisionan

Línea de emisión de protones



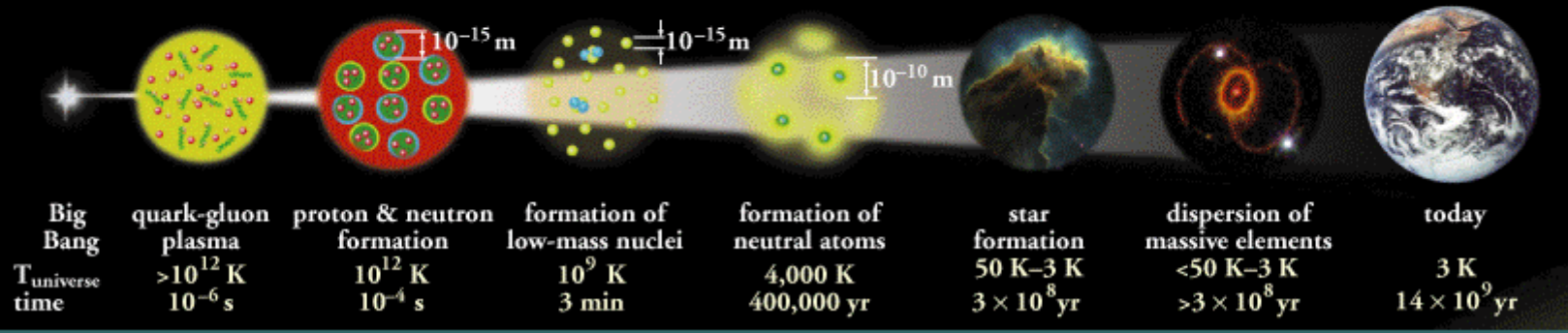
Berta Rubio (IFIC-Valencia)

Towards a predictive (and unified) description of nuclei



Expansion of the Universe

After the Big Bang, the universe expanded and cooled. At about 10^{-6} second, the universe consisted of a soup of quarks, gluons, electrons, and neutrinos. When the temperature of the Universe, T_{universe} , cooled to about 10^{12} K, this soup coalesced into protons, neutrons, and electrons. As time progressed, some of the protons and neutrons formed deuterium, helium, and lithium nuclei. Still later, electrons combined with protons and these low-mass nuclei to form neutral atoms. Due to gravity, clouds of atoms contracted into stars, where hydrogen and helium fused into more massive chemical elements. Exploding stars (supernovae) form the most massive elements and disperse them into space. Our earth was formed from supernova debris.



Experimento
CBM
En FAIR

Experimento
Panda
En FAIR

Experimento NUSTAR
En FAIR

Haces actuales:

$Z = 1 - 92$

(de protones a Uranio)
hasta 2 GeV/nucleon

„Some beam cooling“



Haces en FAIR (futuro):

Intensidad: factor 100 (primarios)

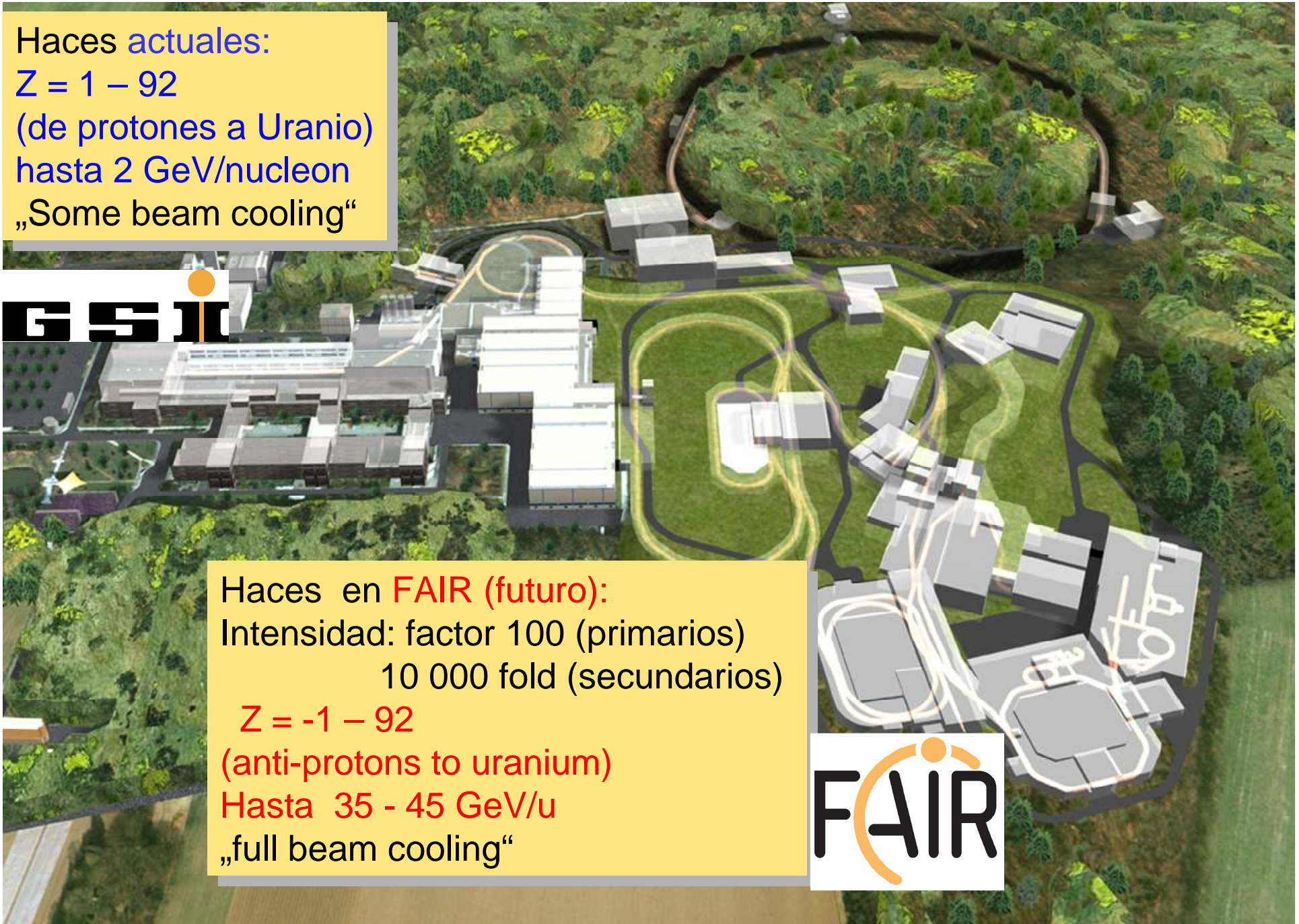
10 000 fold (secundarios)

$Z = -1 - 92$

(anti-protons to uranium)

Hasta 35 - 45 GeV/u

„full beam cooling“

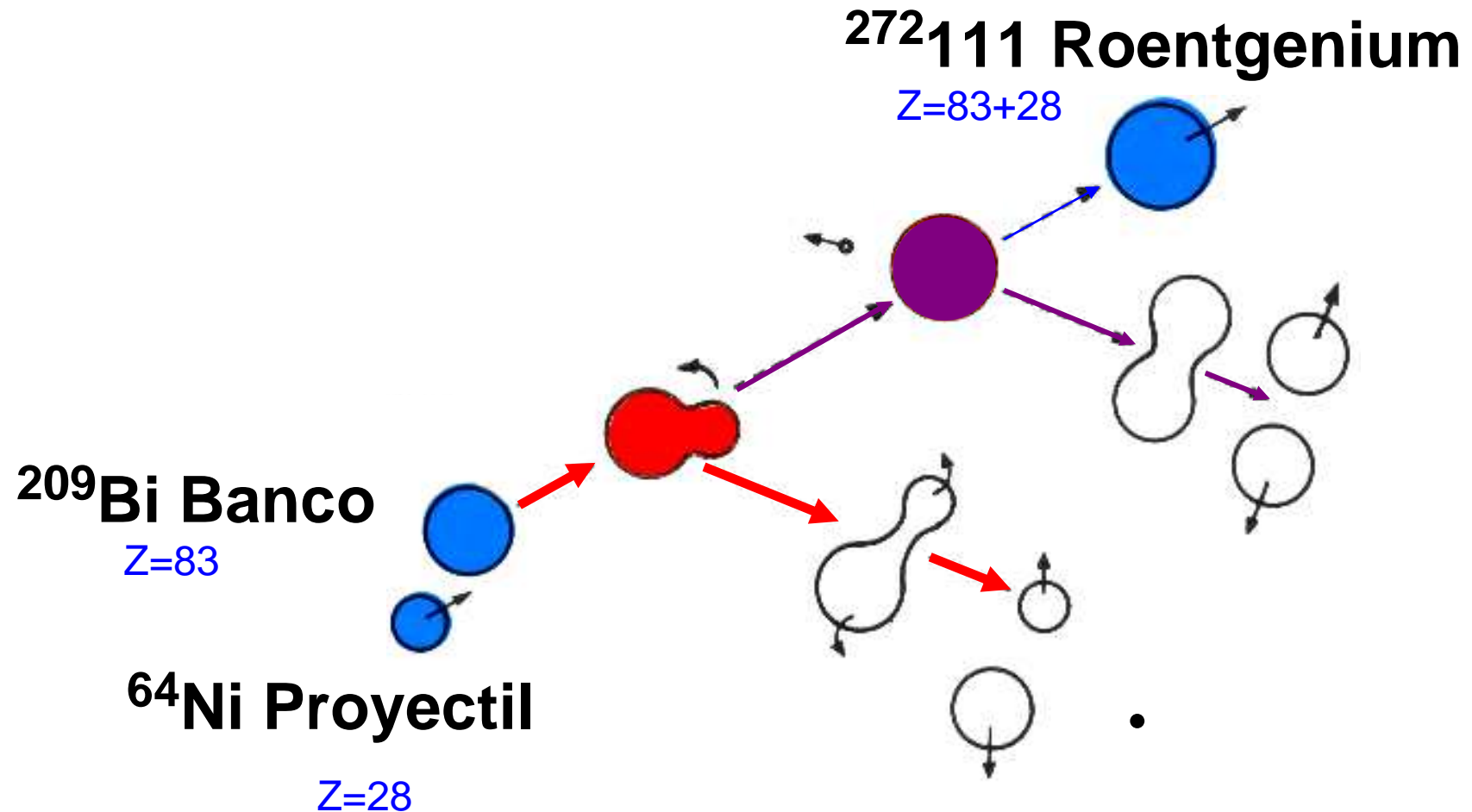


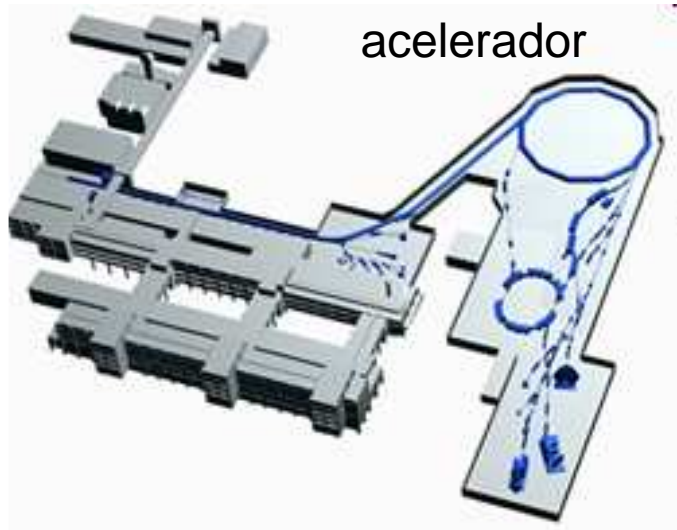
Ejemplo 1

En el GSI se ha descubierto los elementos químicos:
(también llamados Superpesados “Superheavies”)

108	Hassio	Hs
109	Meitnerio	Mt
110	Darmstadtio	Ds
111	Roentgenio	Rg
112	Ununbio	Uub

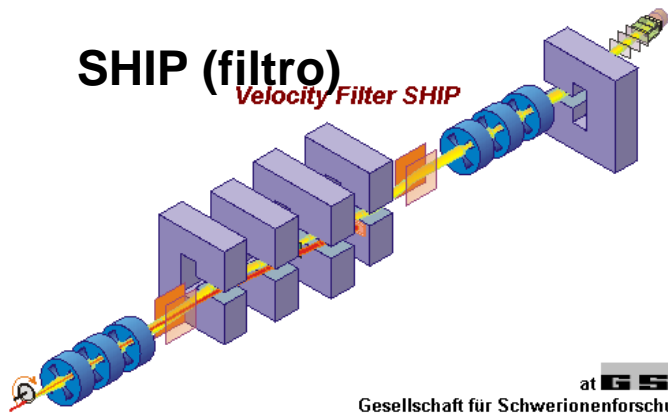
Síntesis del elemento 111 (Roengenum) Mediante la fusión de ^{209}Bi (estable) y ^{64}Ni (estable)



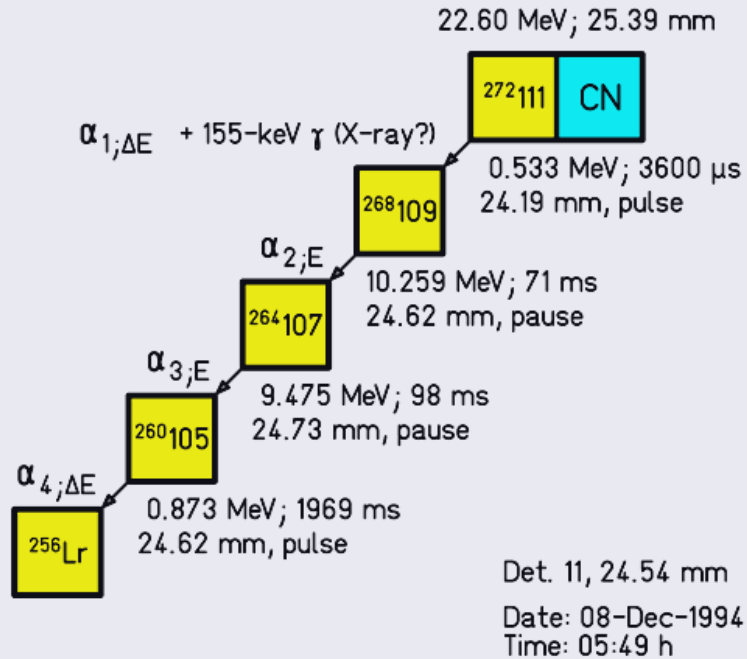
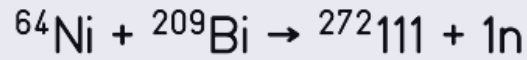


SHIP (filtro)

Velocity Filter SHIP



at GSI
Gesellschaft für Schwerionenforschung



Stop and Backward Detector Array

Parameters:

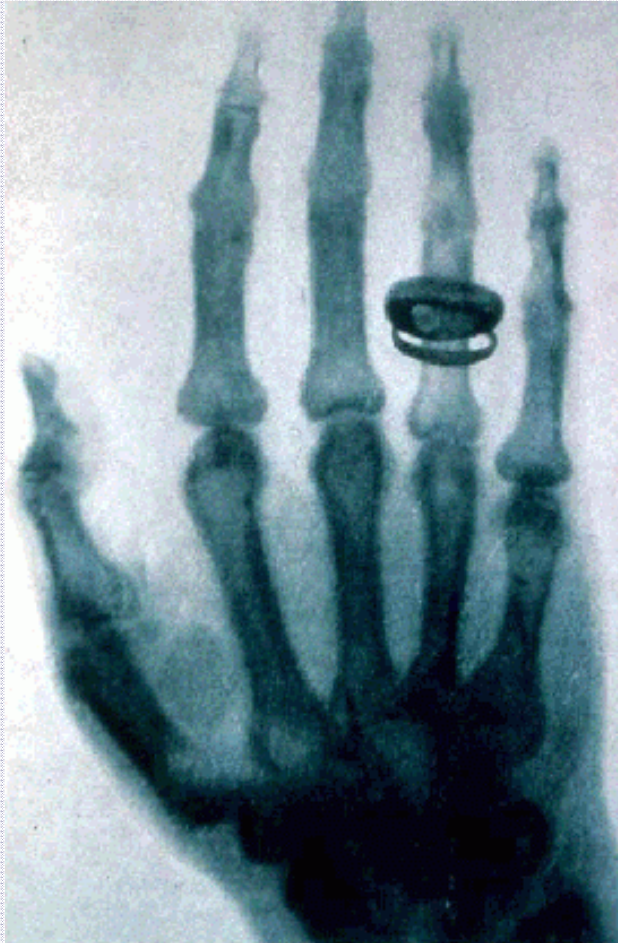
- VR: position, time, energy
 - in the stop detector
- α 's: position, time, energy
 - in the stop detector
 - or (in case of an escape α): position, time, partial energy
 - in the stop detector and position, time, residual energy
 - in the backward array

Sistema de detectores de implantación y de alfas



Berta Rubio (IFIC-Valencia)

1895: Röntgenstrahlen

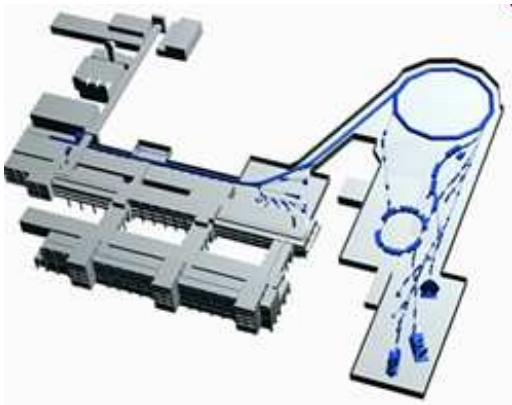
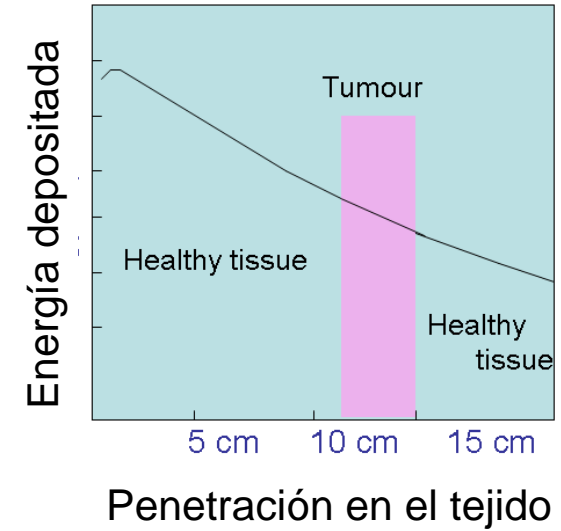


- **Wilhelm Conrad Röntgen**

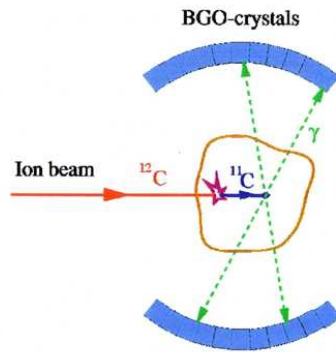
Ejemplo 2

Tumor Therapy with High-Energy Carbon Ion Beams

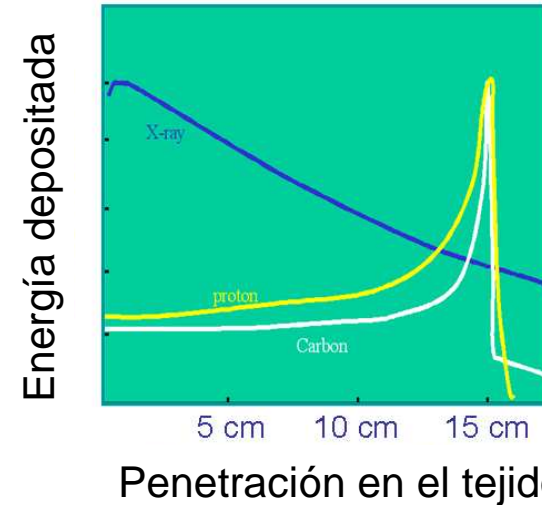
El problem es que con terapia convencional (fotones), dañamos más los tejidos sanos que el tumor



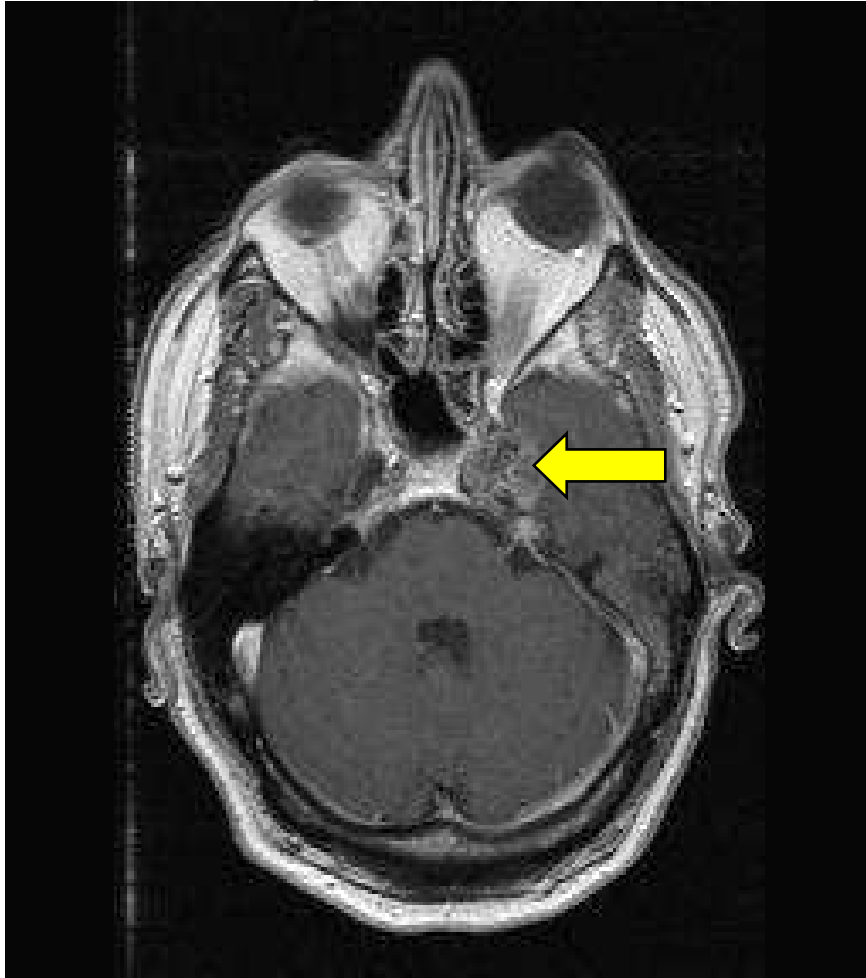
^{12}C
↓
 ^{11}C
↓
 β^+
↓
dos γ



PET (positron emission tomography)



Ejemplo de un tumor eliminado



Antes de la terapia



3 tr3s meses despu3s de la terapia

GSI. 392 pacientes tratados, patente cedida a Siemens, Hospital en Heidelberg
Dedicado a terapia con 12C, entrada en funcioanmiento en los pr3ximos meses.

Haces actuales:

$Z = 1 - 92$

(de protones a Uranio)
hasta 2 GeV/nucleon

„Some beam cooling“



Haces en FAIR (futuro):

Intensidad: factor 100 (primarios)

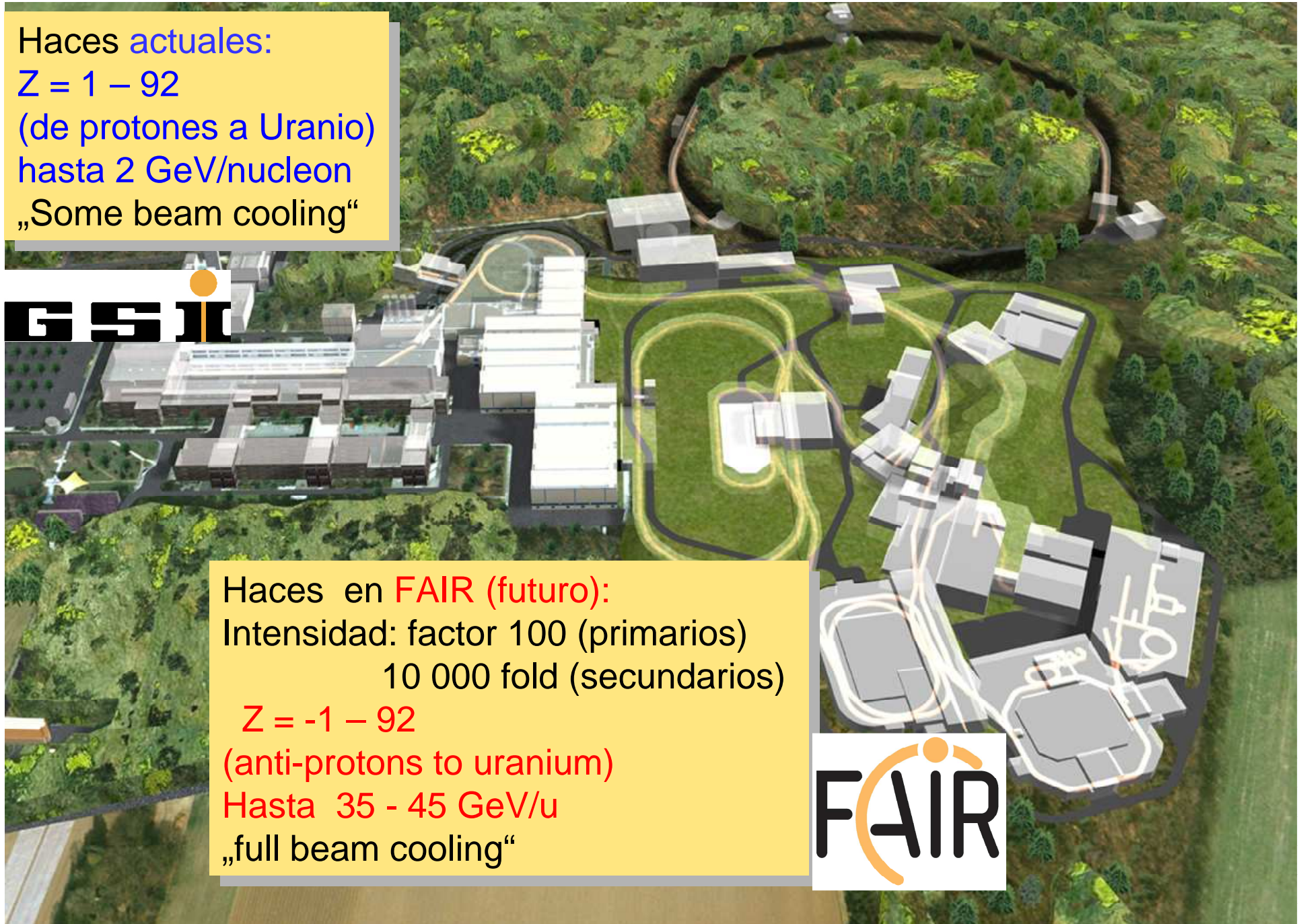
10 000 fold (secundarios)

$Z = -1 - 92$

(anti-protons to uranium)

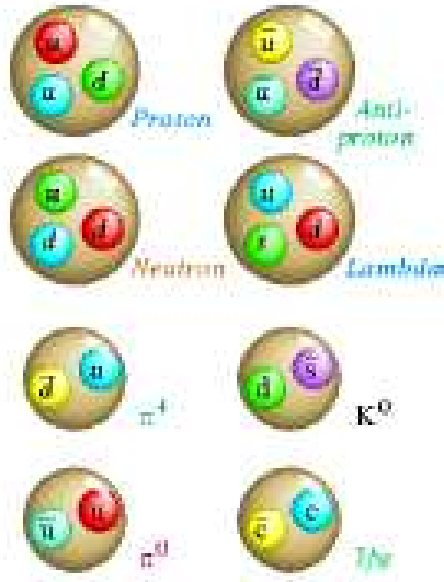
Hasta 35 - 45 GeV/u

„full beam cooling“



La apuesta de FAIR es por la intensidad de los haces más que por la energía

Física de iones pesados relativistas y física hadrónica



Párticulas subatómicas, formadas por 3 o 2 quarks y ligadas por la **interacción fuerte**

En principio, la interacción fuerte puede describirse Usando la cromodinámica cuántica (**QCD**)

$$\mathcal{L} = \frac{1}{4g^2} G_{\mu\nu}^a G_{\mu\nu}^a + \sum_f \bar{\psi}_f (i\gamma^\mu \partial_\mu + m_f) \psi_f$$

where $G_{\mu\nu}^a \equiv \partial_\mu A_\nu^a - \partial_\nu A_\mu^a + gf_{abc} A_\mu^b A_\nu^c$

and $D_\mu \equiv \partial_\mu + i t^a A_\mu^a$

That's it!

Confinamiento:

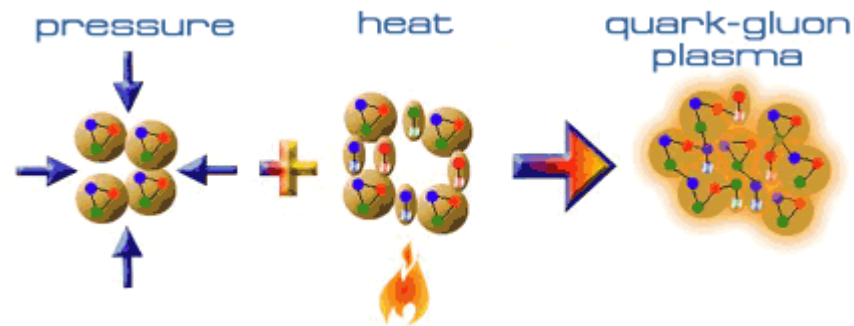
Ninguna de las partículas que aparecen en la formula se han observado:

Un lagrangiano aparentemente sencillo,
pero unas ecuaciones difíciles de resolver

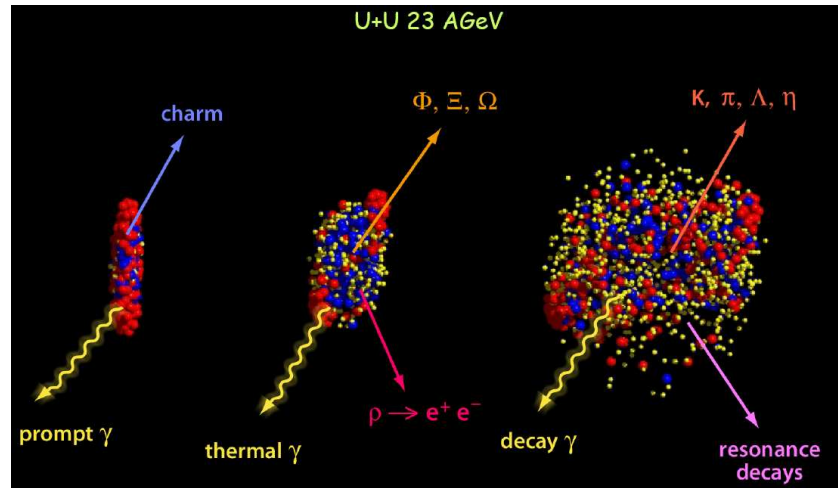
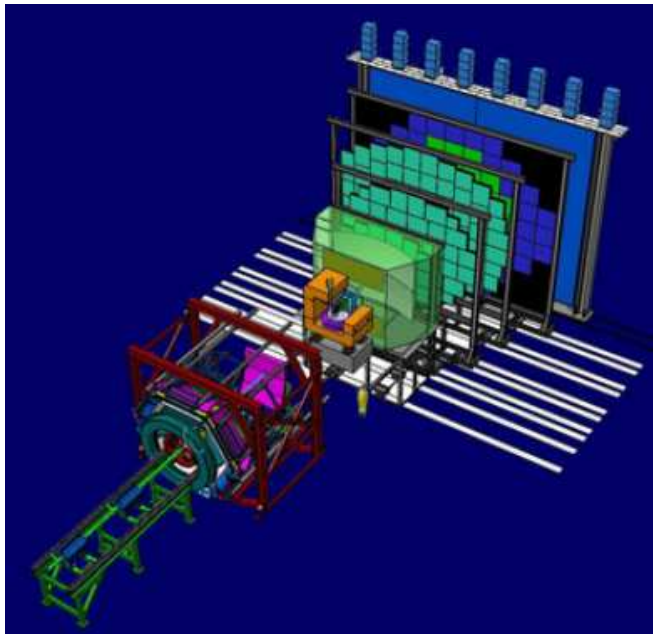
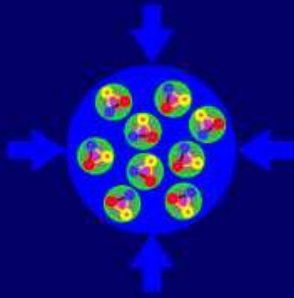
Para poder aplicar métodos perturbativos a QCD

$$\mathcal{L} = \frac{1}{4g^2} G_{\mu\nu}^a G_{\mu\nu}^a + \sum_f \bar{\psi}_f (i\gamma^\mu \partial_\mu + m_f) \psi_f$$

where $G_{\mu\nu}^a \equiv \partial_\mu A_\nu^a - \partial_\nu A_\mu^a + gf_{abc} A_\mu^b A_\nu^c$
and $D_\mu \equiv \partial_\mu + i t^a A_\mu^a$
That's it!

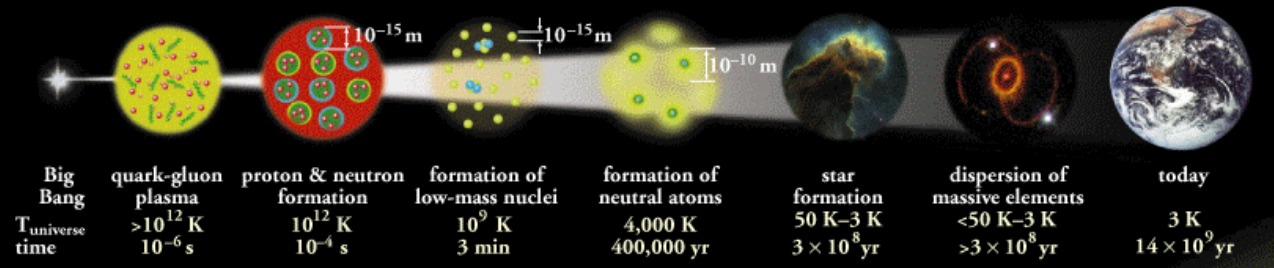


The **C**ompressed **B**aryonic **M**atter experiment



Expansion of the Universe

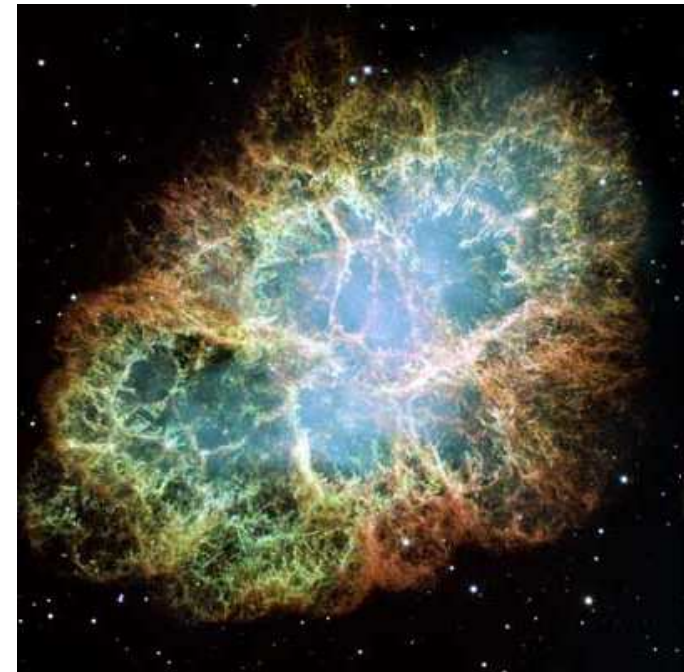
After the Big Bang, the universe expanded and cooled. At about 10^{-6} second, the universe consisted of a soup of quarks, gluons, electrons, and neutrinos. When the temperature of the Universe, T_{universe} , cooled to about 10^{12} K, this soup coalesced into protons, neutrons, and electrons. As time progressed, some of the protons and neutrons formed deuterium, helium, and lithium nuclei. Still later, electrons combined with protons and these low-mass nuclei to form neutral atoms. Due to gravity, clouds of atoms contracted into stars, where hydrogen and helium fused into more massive chemical elements. Exploding stars (supernovae) form the most massive elements and disperse them into space. Our earth was formed from supernova debris.





IN THE year of our Lord 1054, when Omar Khayyam was a small boy, and the Battle of Hastings still twelve years in the future, an unknown Chinese astronomer, perhaps weary and sleepy after working all night, was astonished to see a strange and brilliant new star appear in the greying eastern sky just

We now turn our attention from the apparition of the temporary star of 1054 to the discovery and history of the Crab Nebula, which lies quite near Zeta Tauri. Several authorities credit its first discovery, in 1731, to John Bevis, an English physician, whose avocation was astronomy. The original



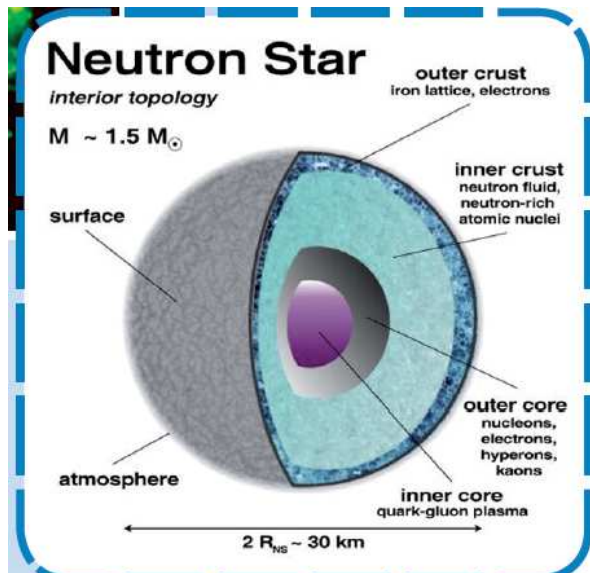
A principios del siglo XX se descubrió que la Nebulosa del Cangrejo son cenizas de la explosión del supernova observada por los chinos

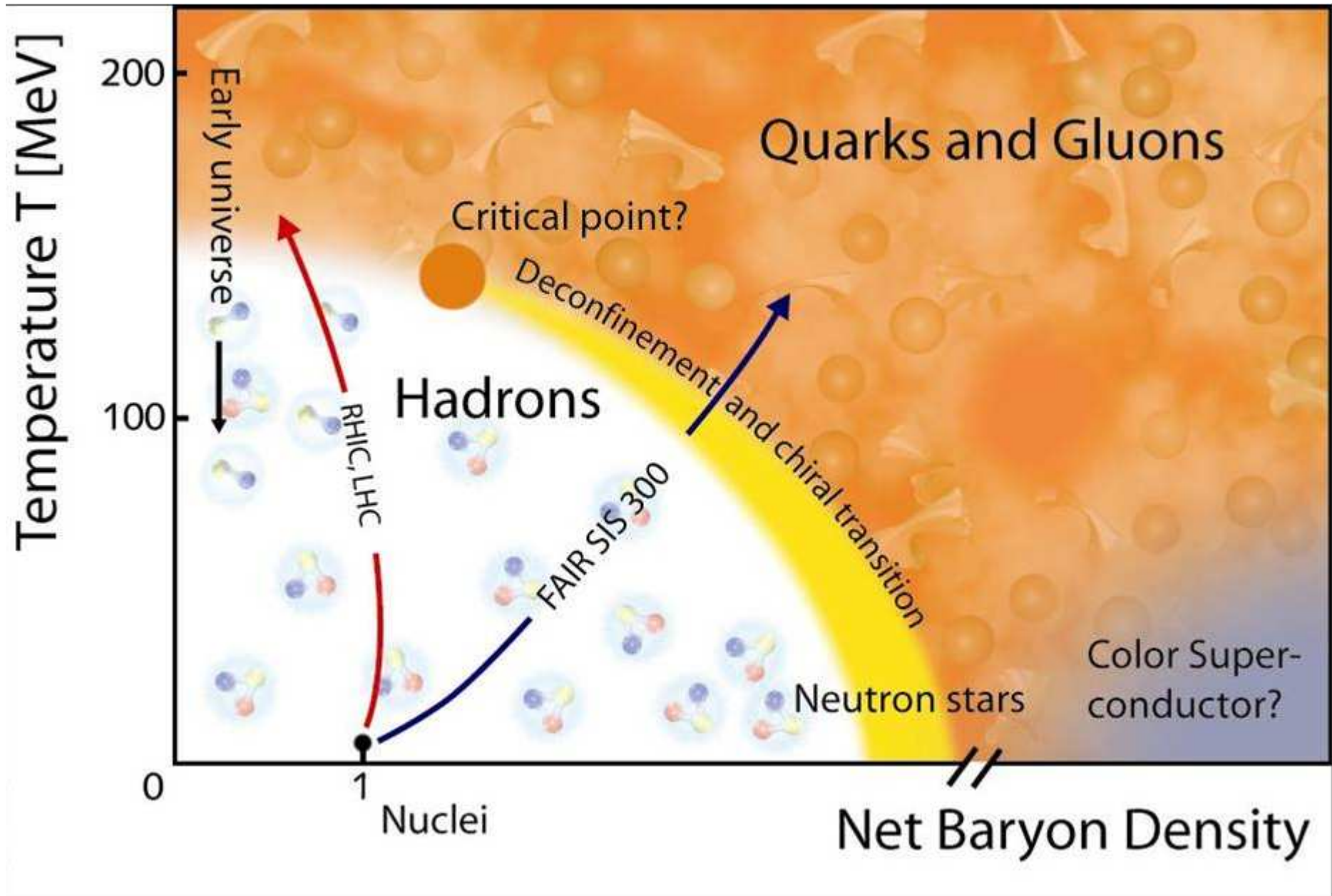


Hace 50 años se descubrió que en el Centro de esta nebulosa había un pulsar que emitía una radiación intensísima

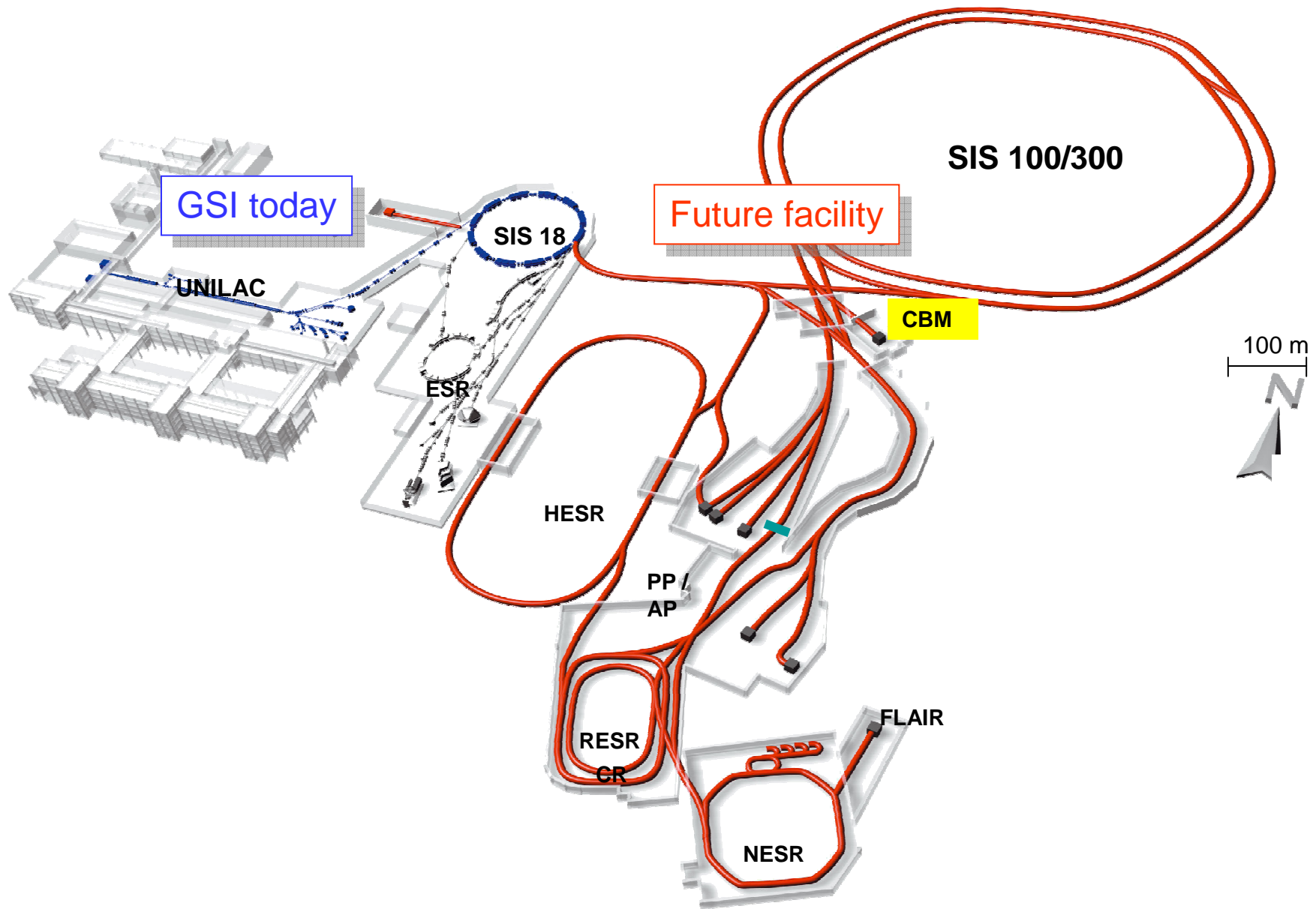
Hoy sabemos que consiste en una estrella de neutrones

Una estrella de neutrones es un objeto exótico, con la masa del Sol pero muchísimo más pequeño (20 Km de diámetro). El centro de una estrella de neutrones consiste en materia nuclear increíblemente comprimida



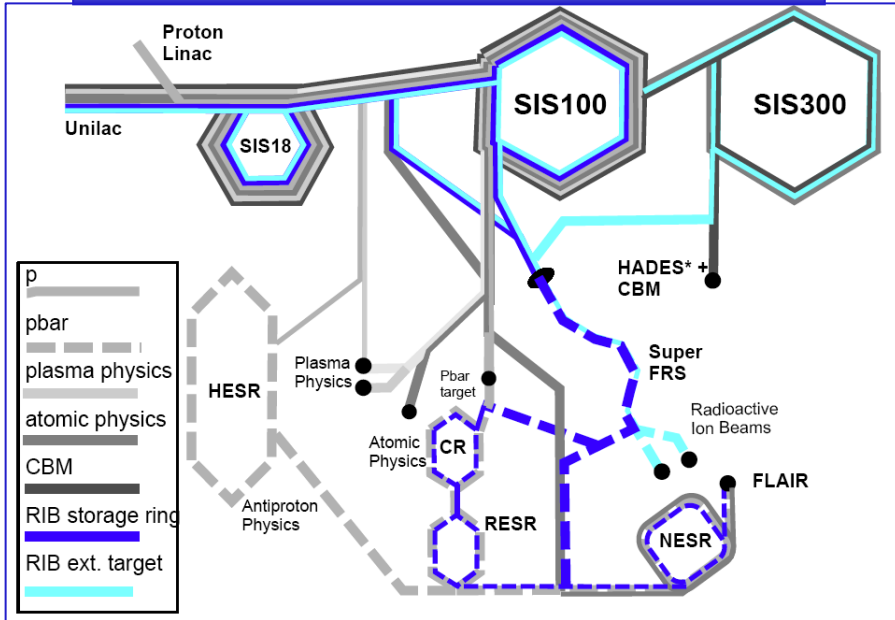


Berta Rubio (IFIC-Valencia)

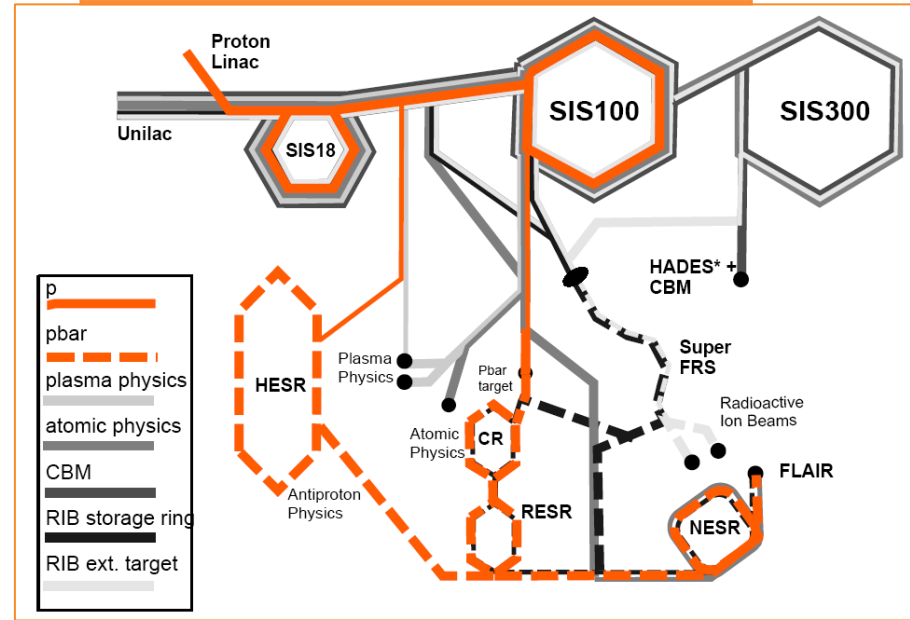


CBM
 Iones pesados de 2 to 45 GeV/u

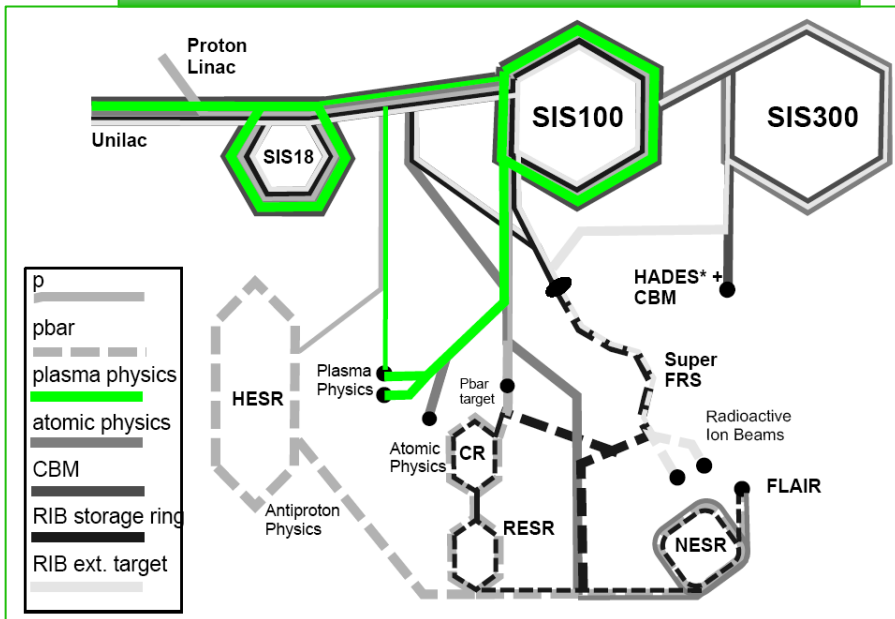
Radioactive Ion Beam Programme



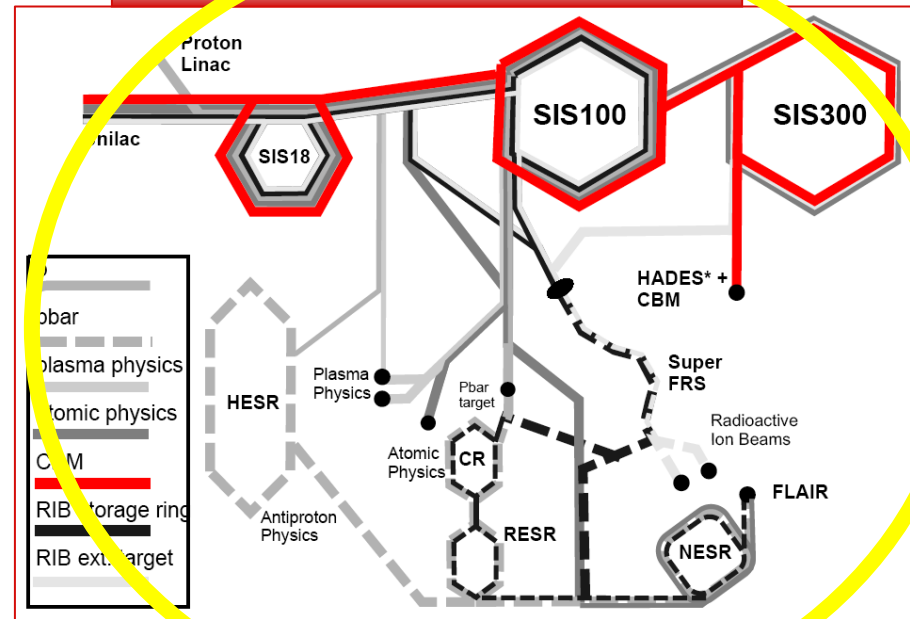
Anti Proton Beam Programme



Plasma Physics Beam Programme



Relat. Ion Beam Programme





(AntiProton Annihilations at Darmstadt)

Otra forma de estudiar la física hadrónica es utilizar sondas mas simples por ejemplo, \bar{p} y p , pero en este caso estamos en el régimen “no perturbativo”

\bar{P} de 1 a 15GeV

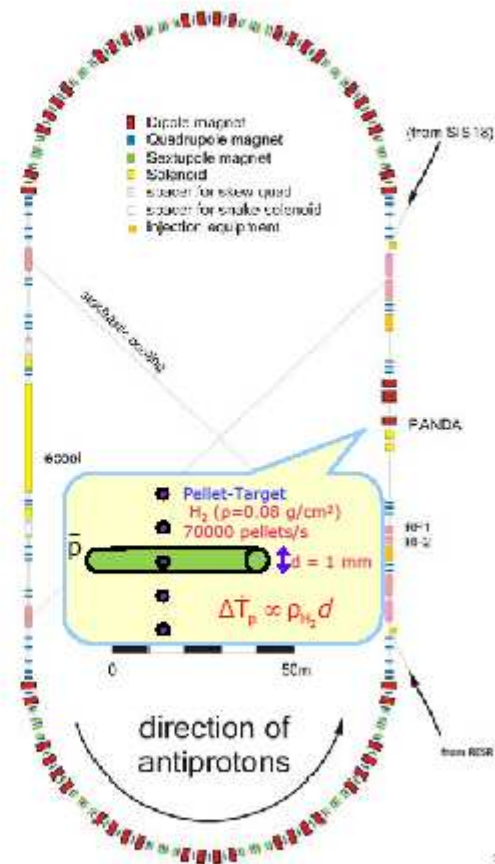


Berta Rubio (IFIC-Valencia)

La apuesta de Panda es por la gran luminosidad,
Gracias al anillo de almacenamiento

HESR - High Energy Storage Ring

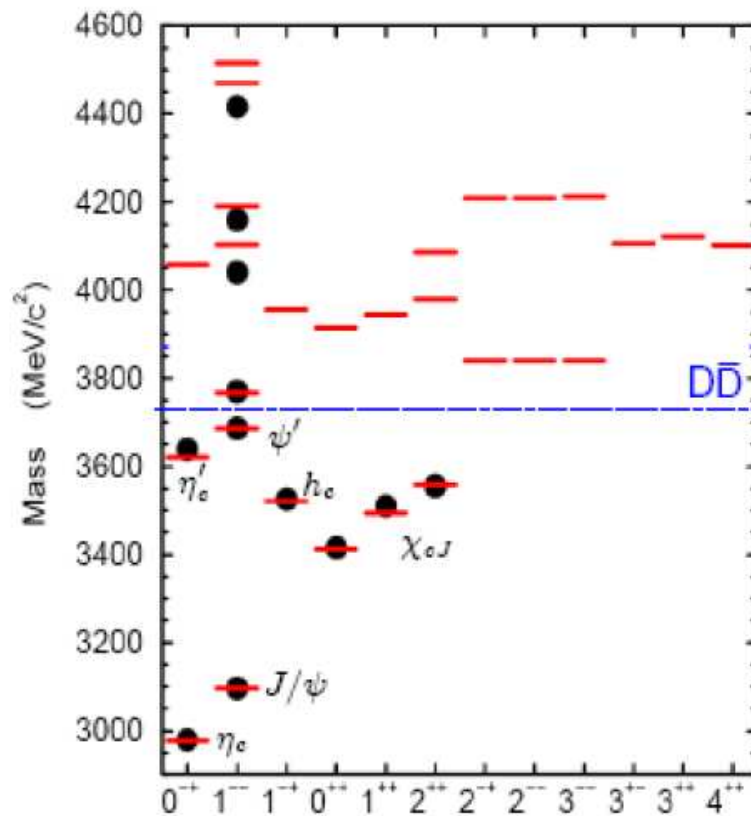
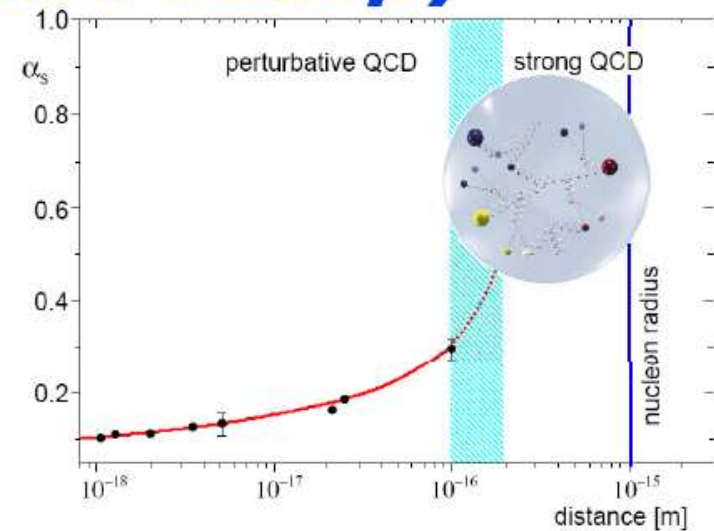
- Production rate $2 \times 10^7/\text{sec}$
- $P_{\text{beam}} = 1 - 15 \text{ GeV}/c$
- $N_{\text{stored}} = 5 \times 10^{10} \bar{p}$
- Internal Target



32

Charmonium spectroscopy

Charmonium energy is the transition range between the perturbative and the non-perturbative regimes. It is the energy range where models are tuned



below $\bar{D}D$ threshold

- all the predicted states have been detected, but
- there is lack of precise measurements of masses, widths and branching ratios (i.e. η_c , $\eta_c(2S)$, h_c)

Hadrones exóticos

Multiquarks $(q\bar{q})(q\bar{q})$



Hybrids $(q\bar{q})g$

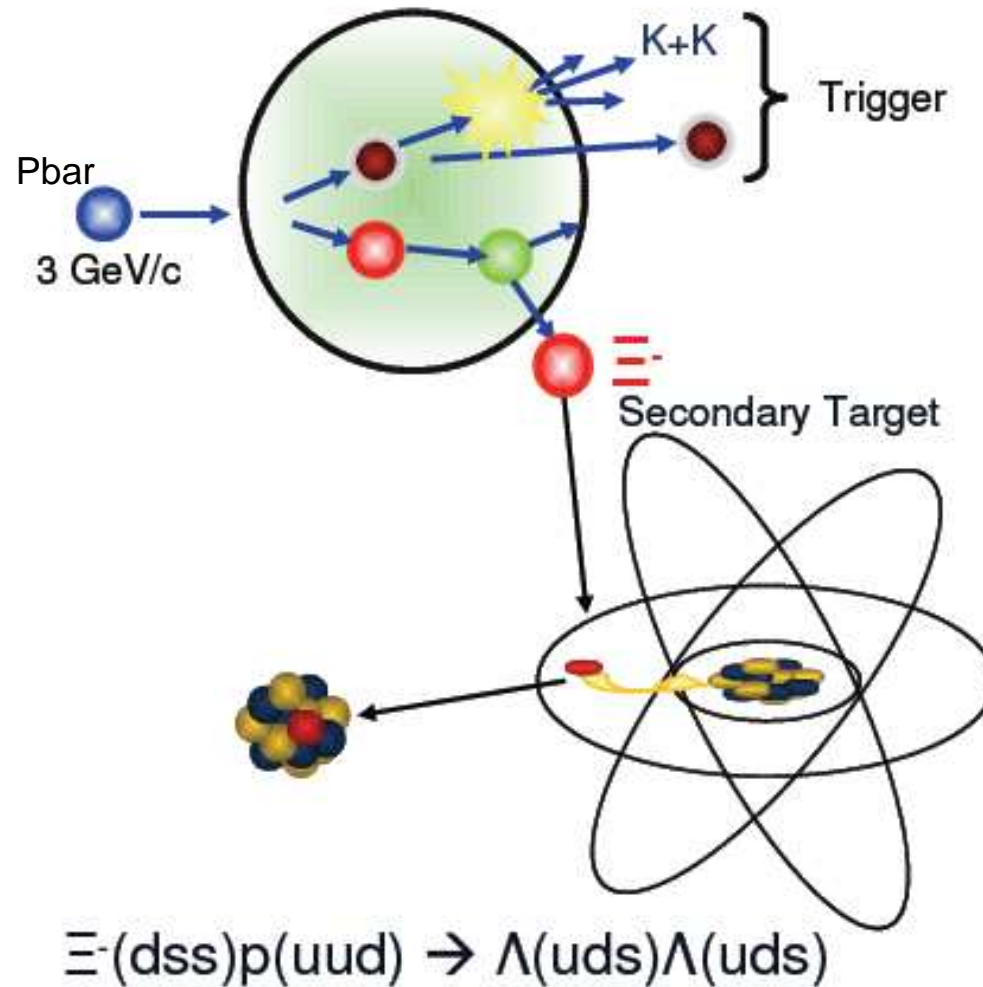


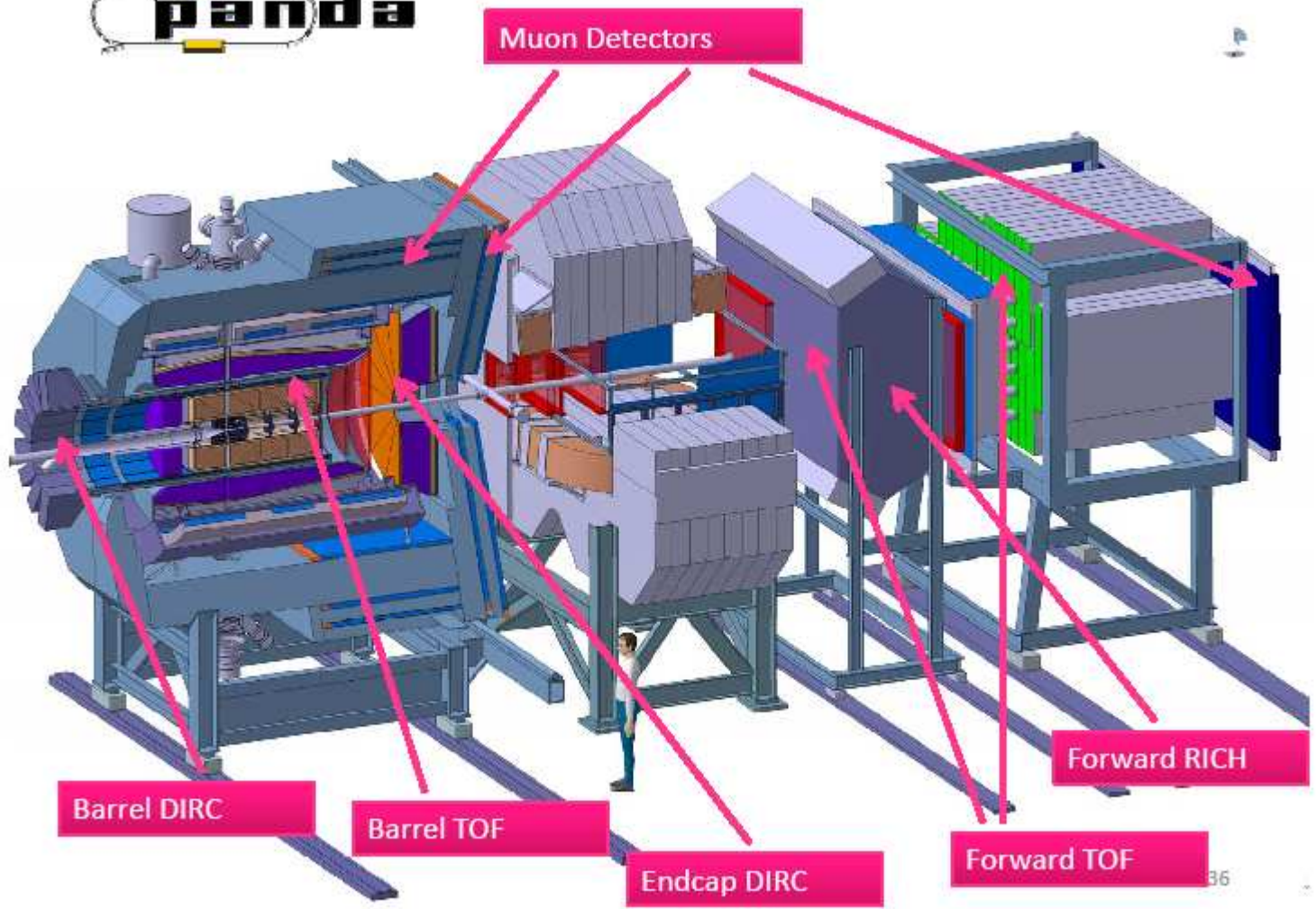
Glueballs gg



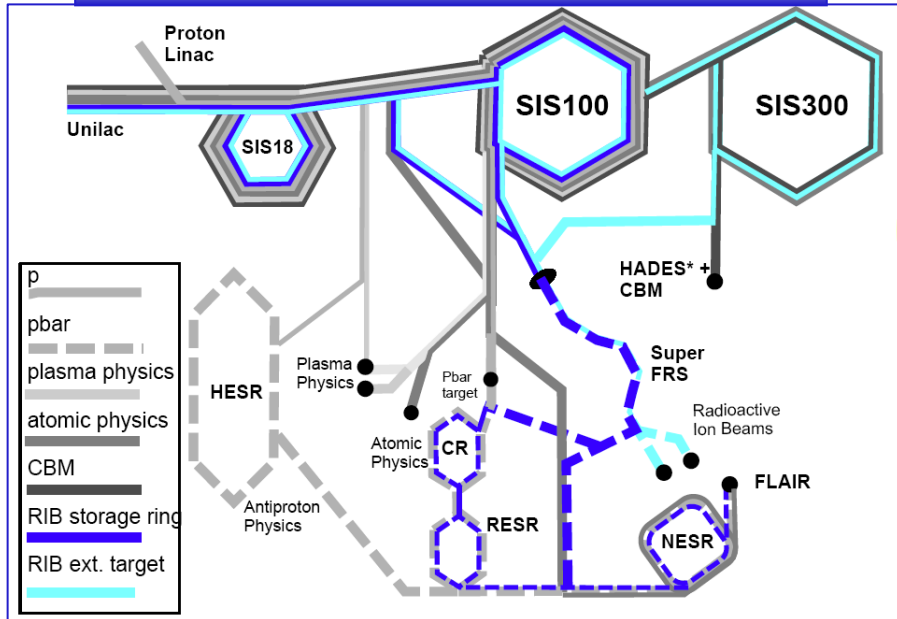
Production of *Multi-* hyper-nuclei at FAIR

→→→ *Towards Strange Matter Search !!!*

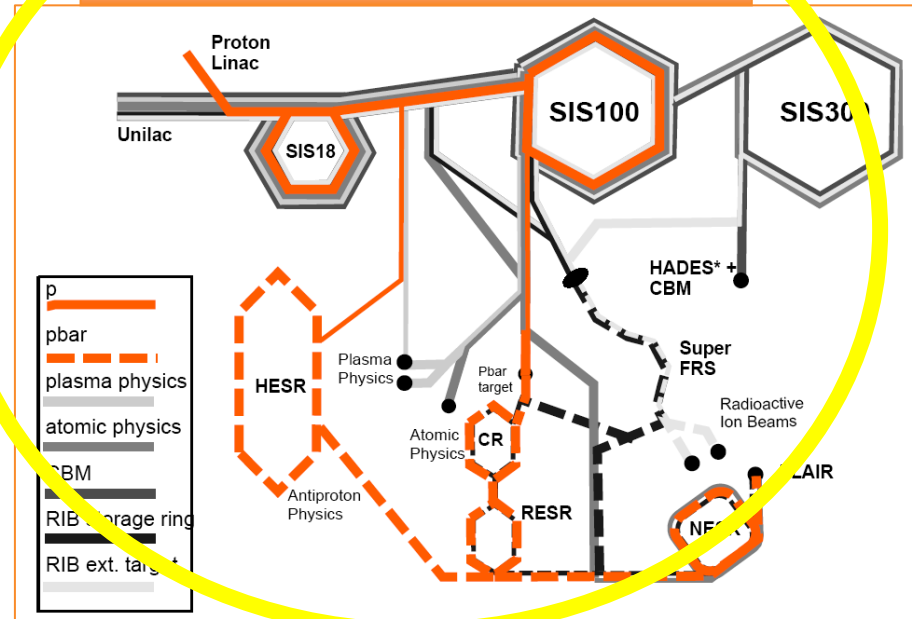




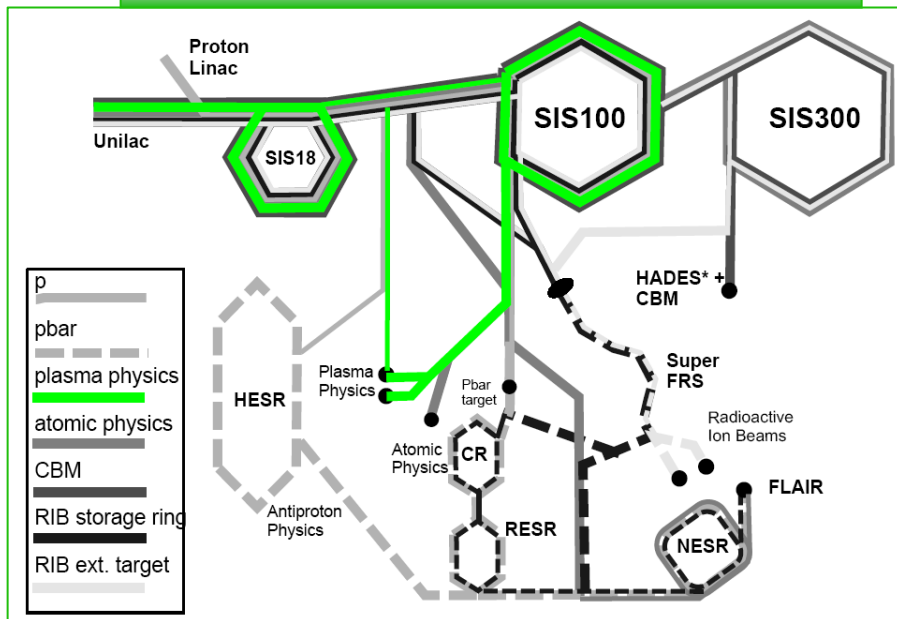
Radioactive Ion Beam Programme



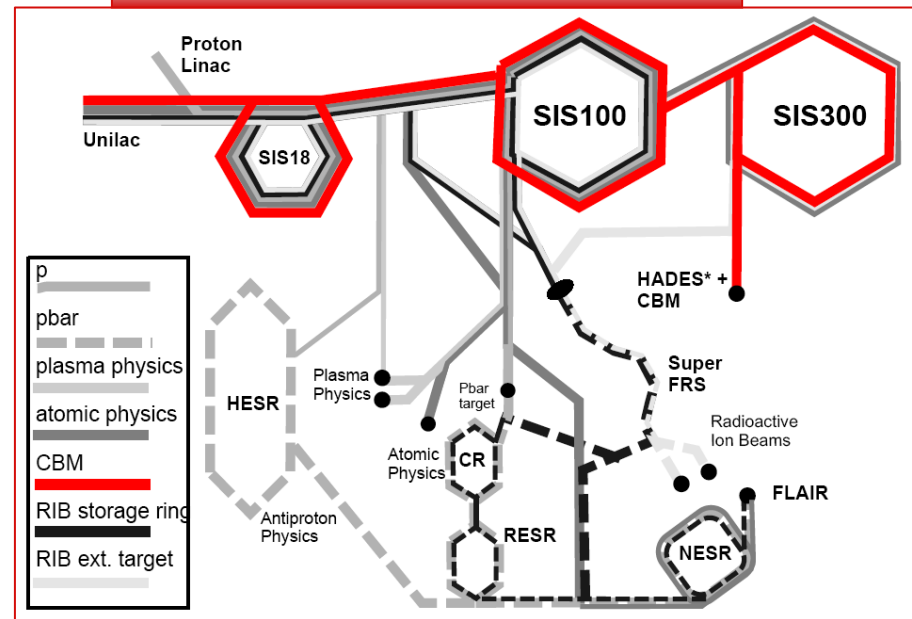
Anti Proton Beam Programme



Plasma Physics Beam Programme



Relat. Ion Beam Programme



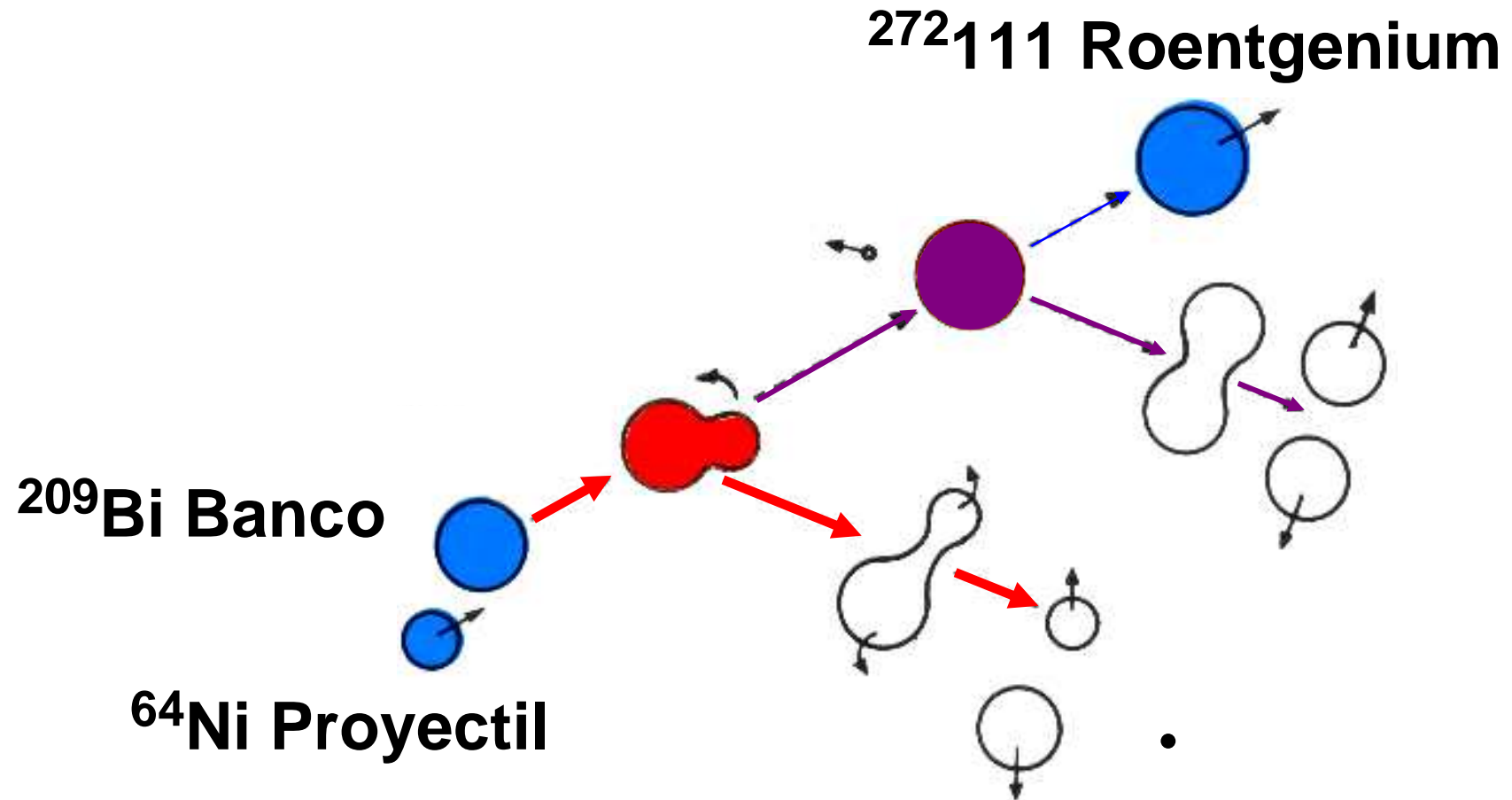


NUclear STructure Astrophysics and Reactions

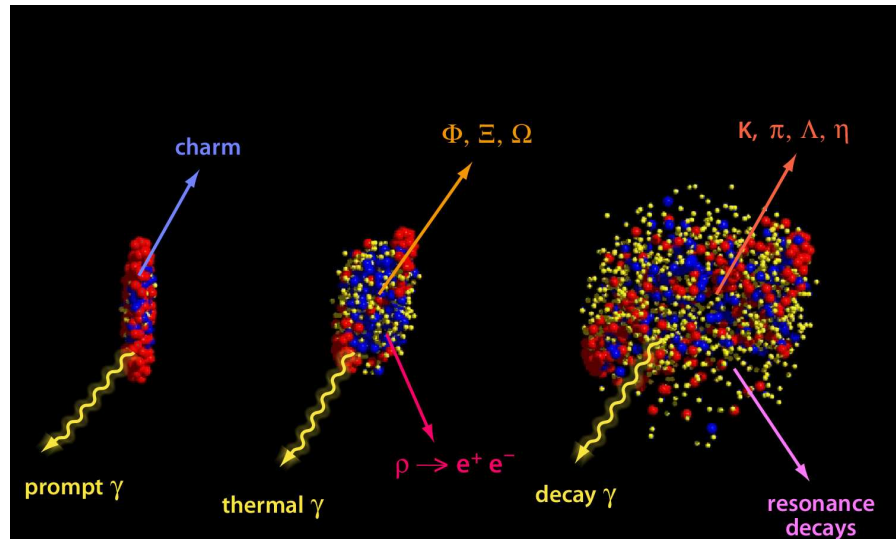
NUSTAR:

HACES RADIOACTIVOS!!!

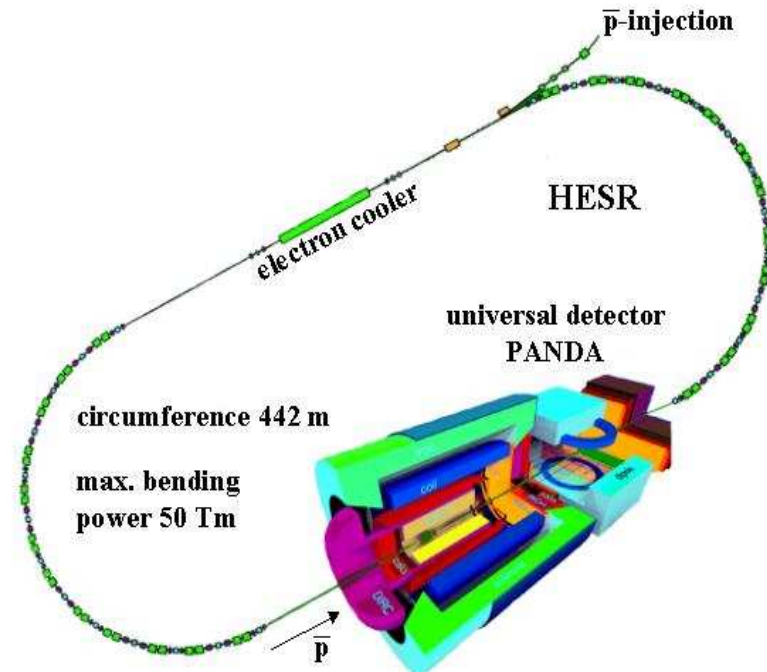
Síntesis del elemento 111 (Roengenium) Mediante la fusión de ^{209}Bi (estable) y ^{64}Ni (estable)



CBM
238U contra 238U
a 23GeV/u



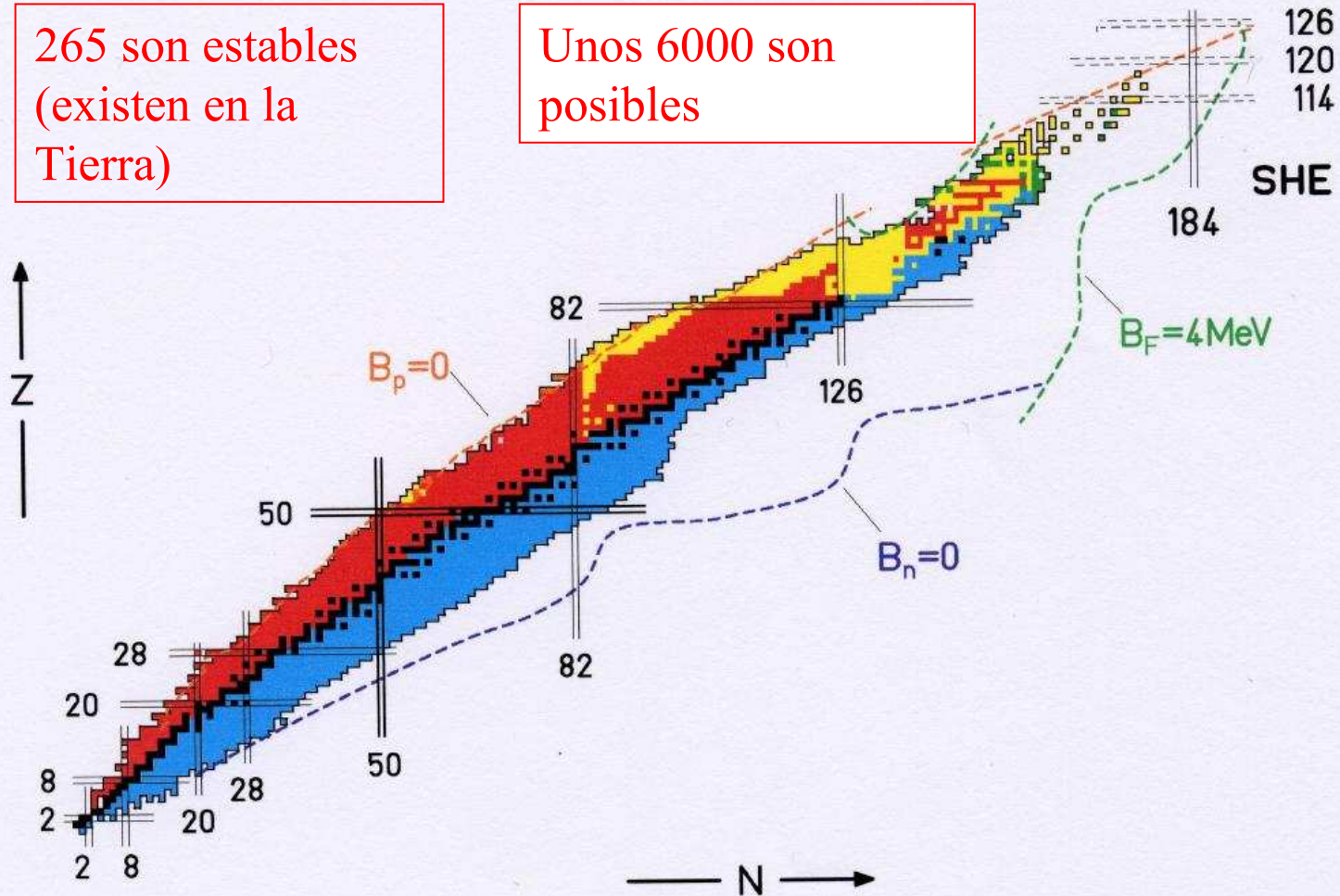
PANDA
Antiprotón (estable) 15 GeV
Contra H (estable)



En NUSTAR se producirán haces de núcleos radioactivos

265 son estables
(existen en la
Tierra)

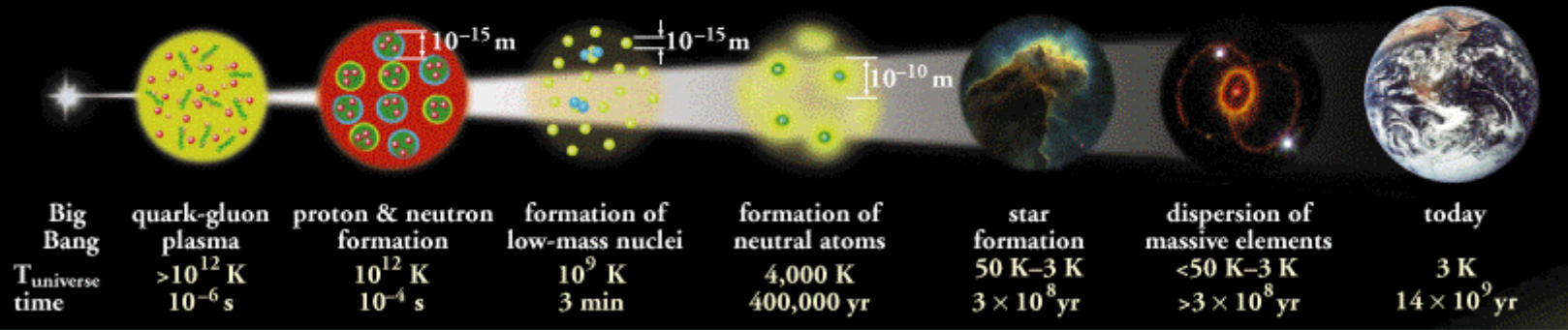
Unos 6000 son
posibles



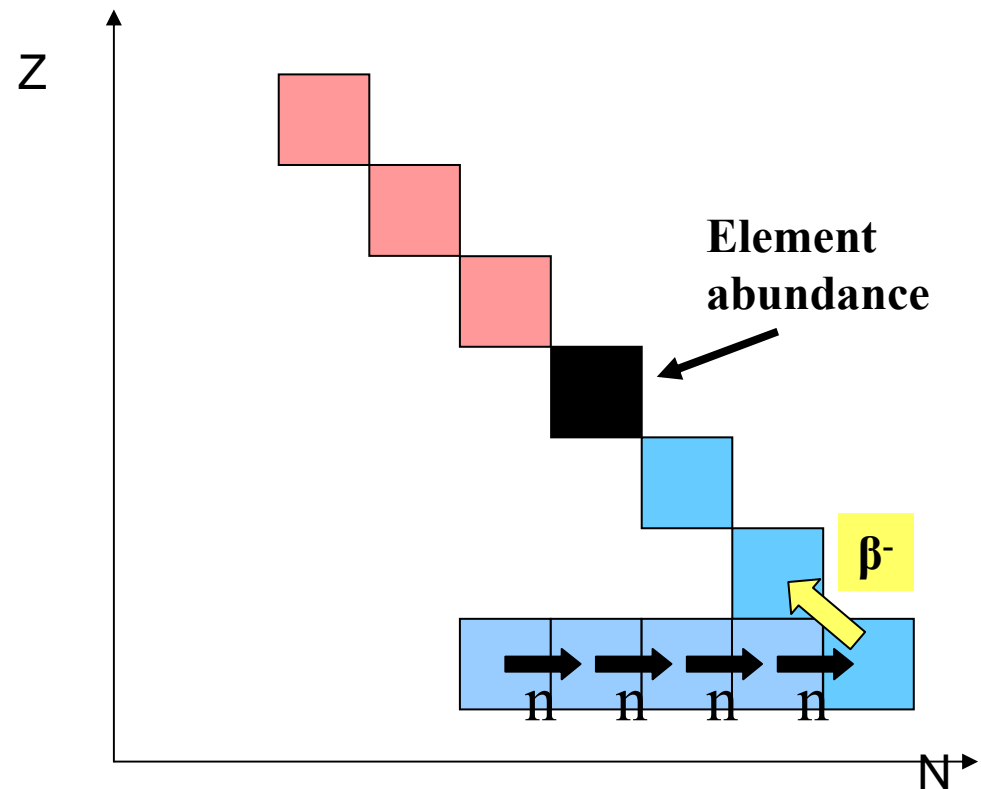
Berta Rubio (IFIC-Valencia)

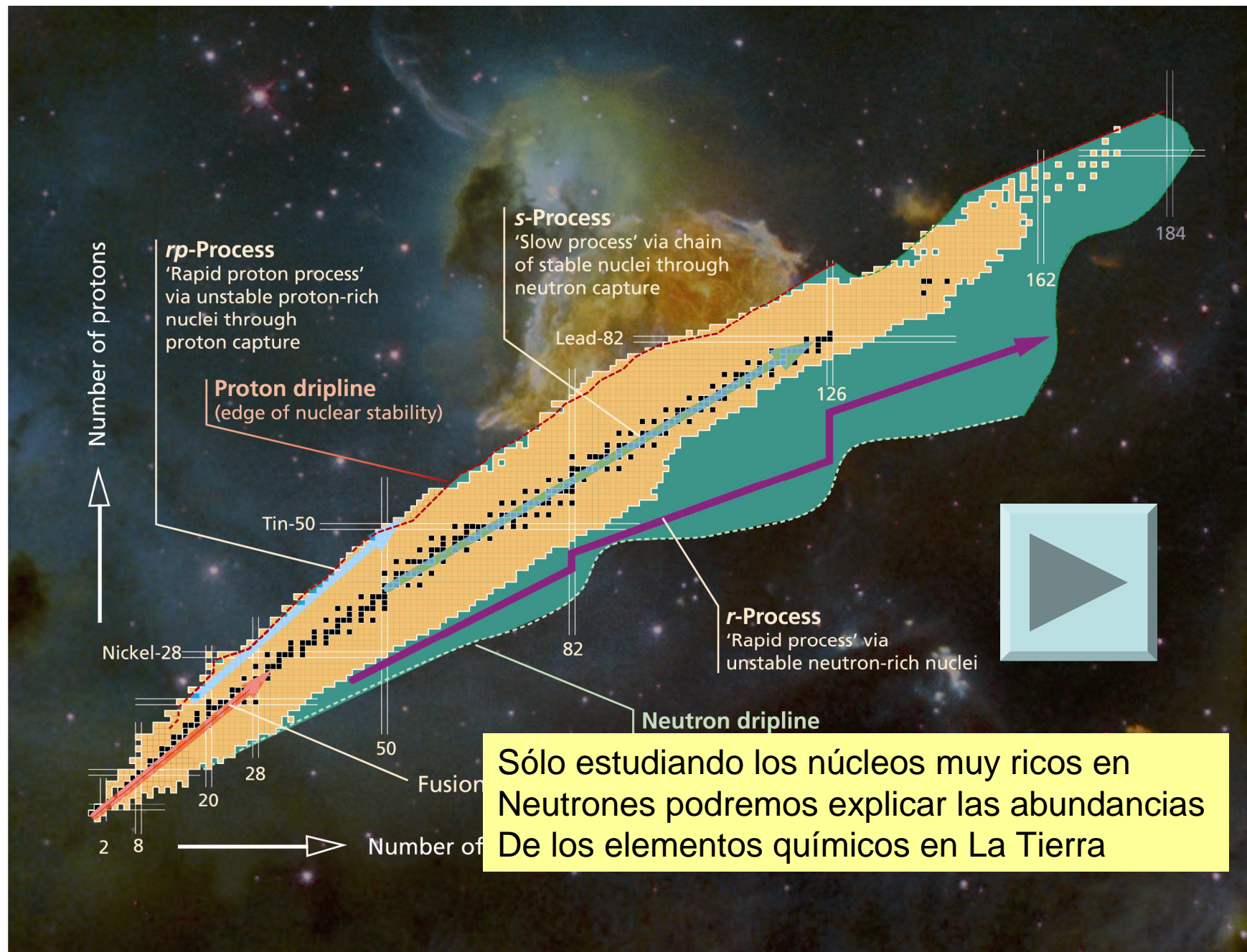
Expansion of the Universe

After the Big Bang, the universe expanded and cooled. At about 10^{-6} second, the universe consisted of a soup of quarks, gluons, electrons, and neutrinos. When the temperature of the Universe, T_{universe} , cooled to about 10^{12} K, this soup coalesced into protons, neutrons, and electrons. As time progressed, some of the protons and neutrons formed deuterium, helium, and lithium nuclei. Still later, electrons combined with protons and these low-mass nuclei to form neutral atoms. Due to gravity, clouds of atoms contracted into stars, where hydrogen and helium fused into more massive chemical elements. Exploding stars (supernovae) form the most massive elements and disperse them into space. Our earth was formed from supernova debris.

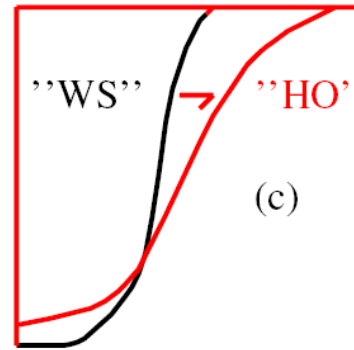
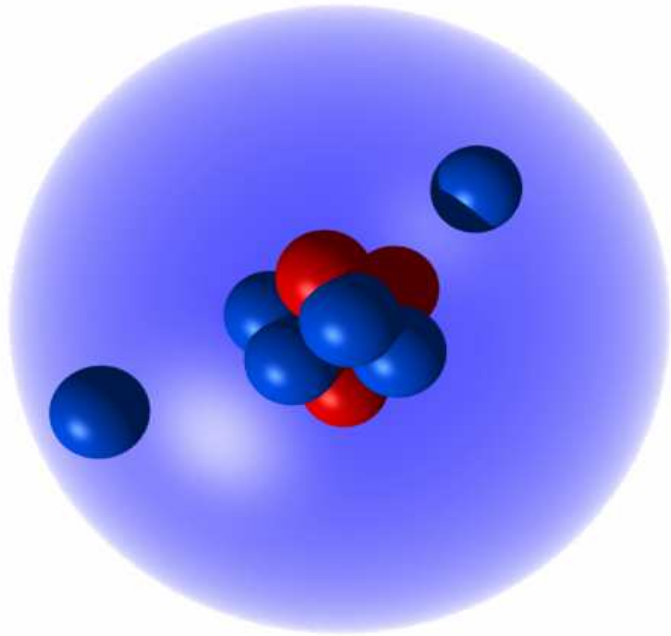


Competition de la captura neutronica y la desintegración beta

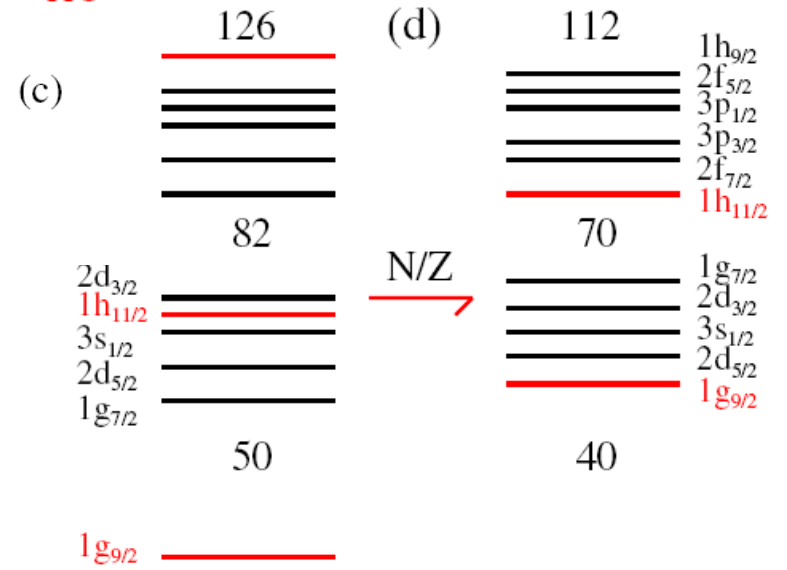




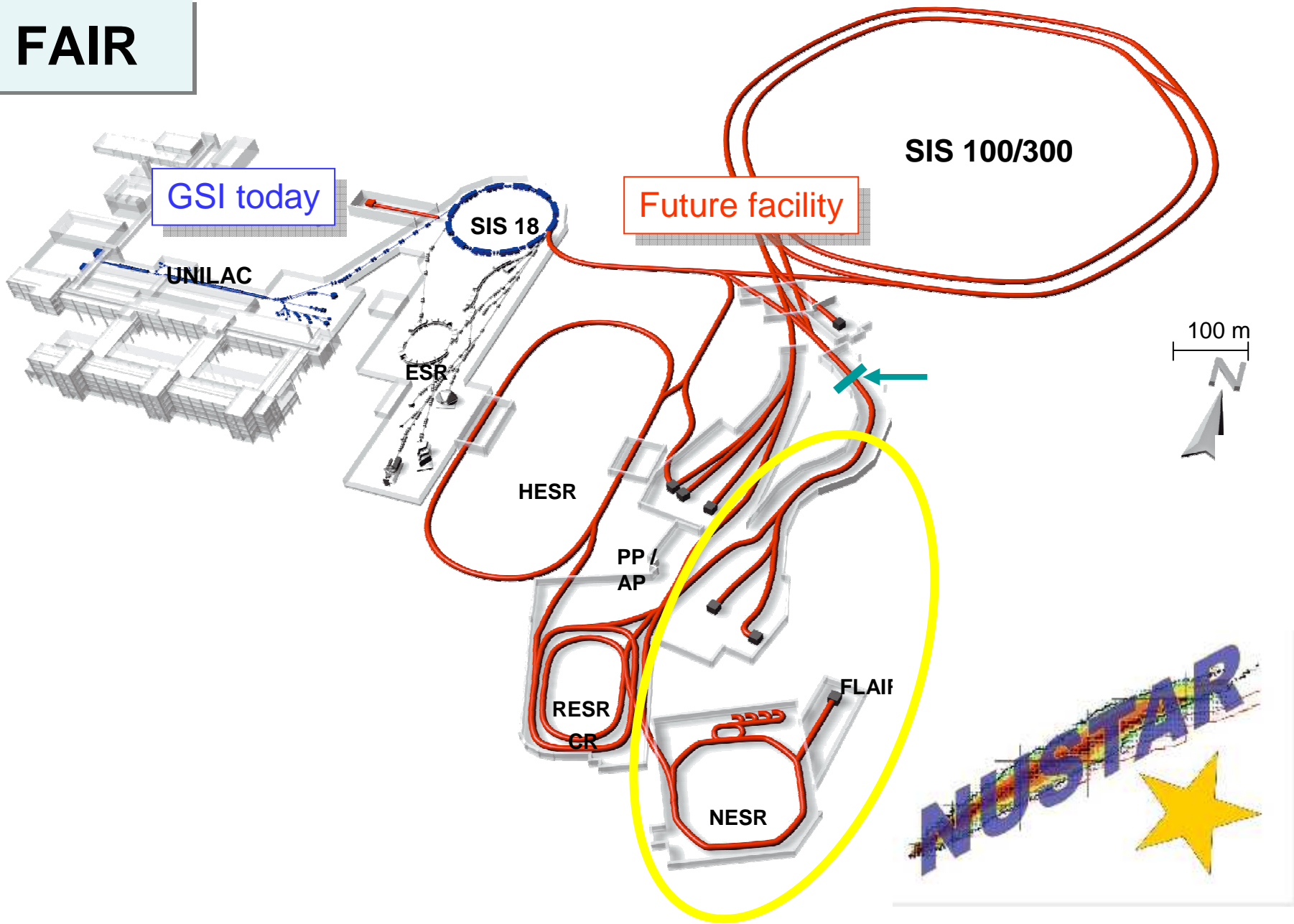
Núcleos Halo



Desaparición de números mágicos



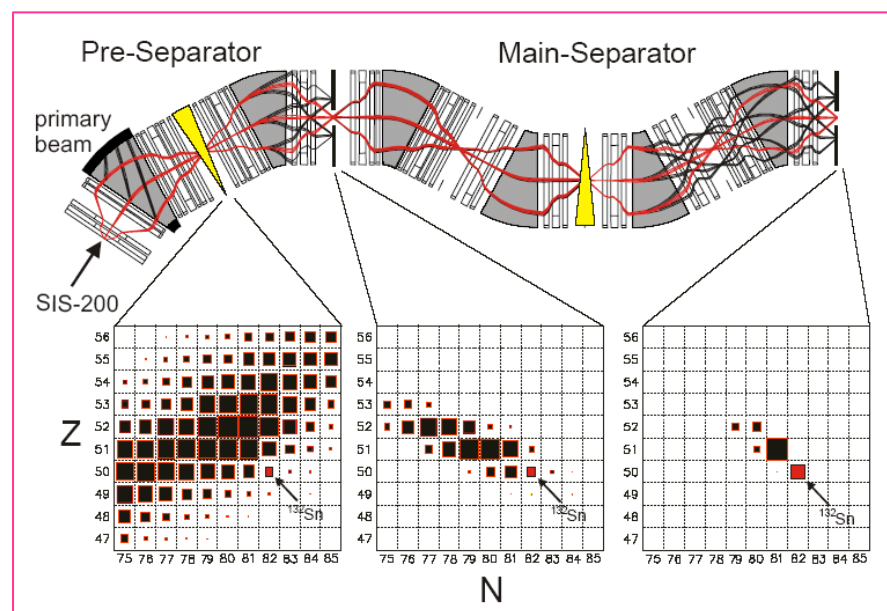
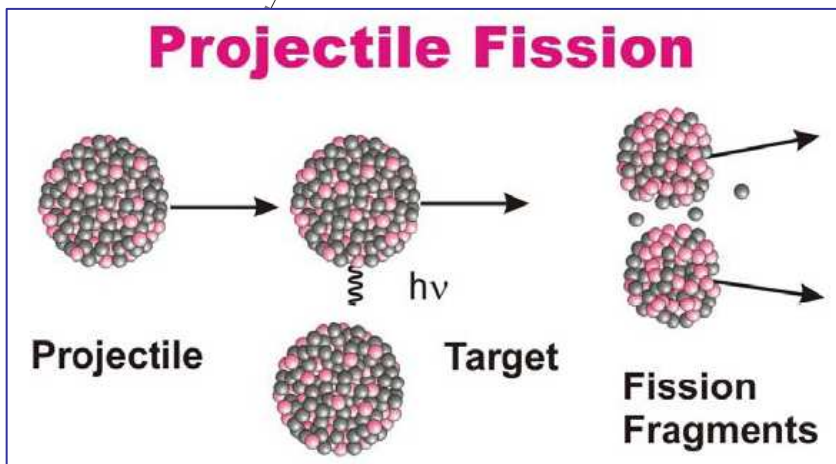
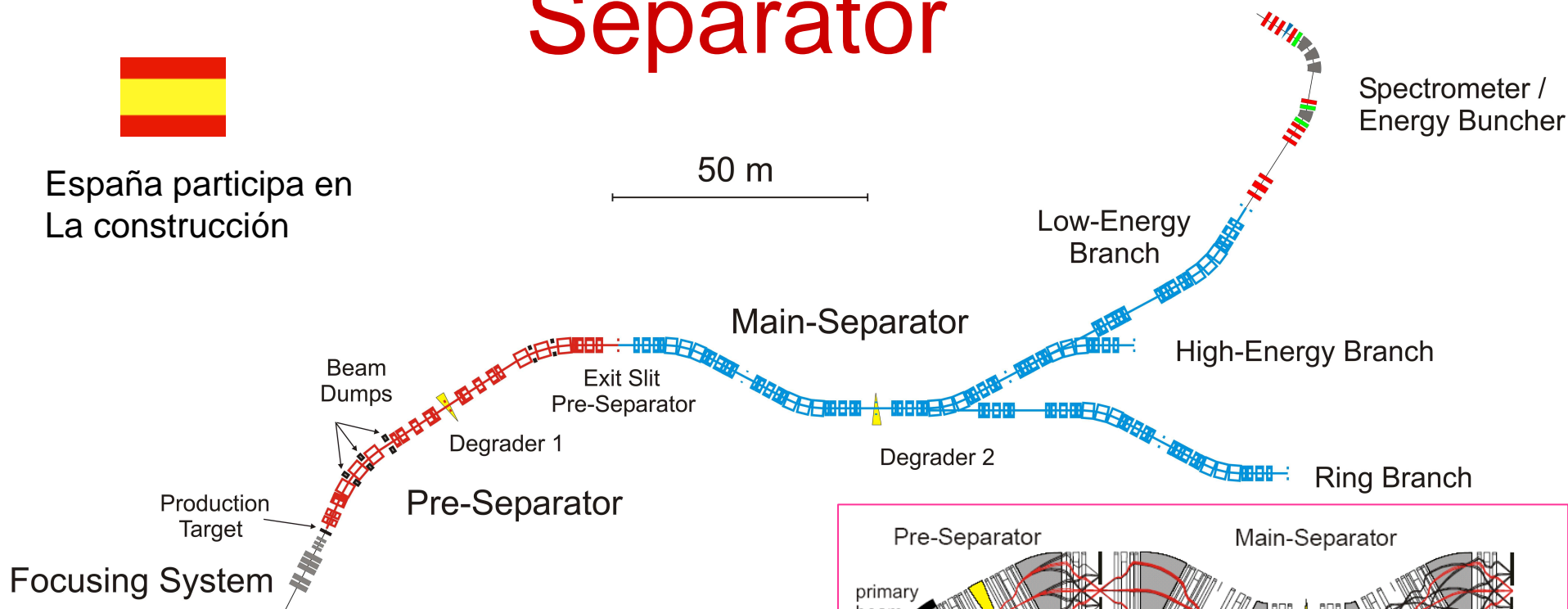
FAIR



SUPERconducting FRagment Separator FAIR



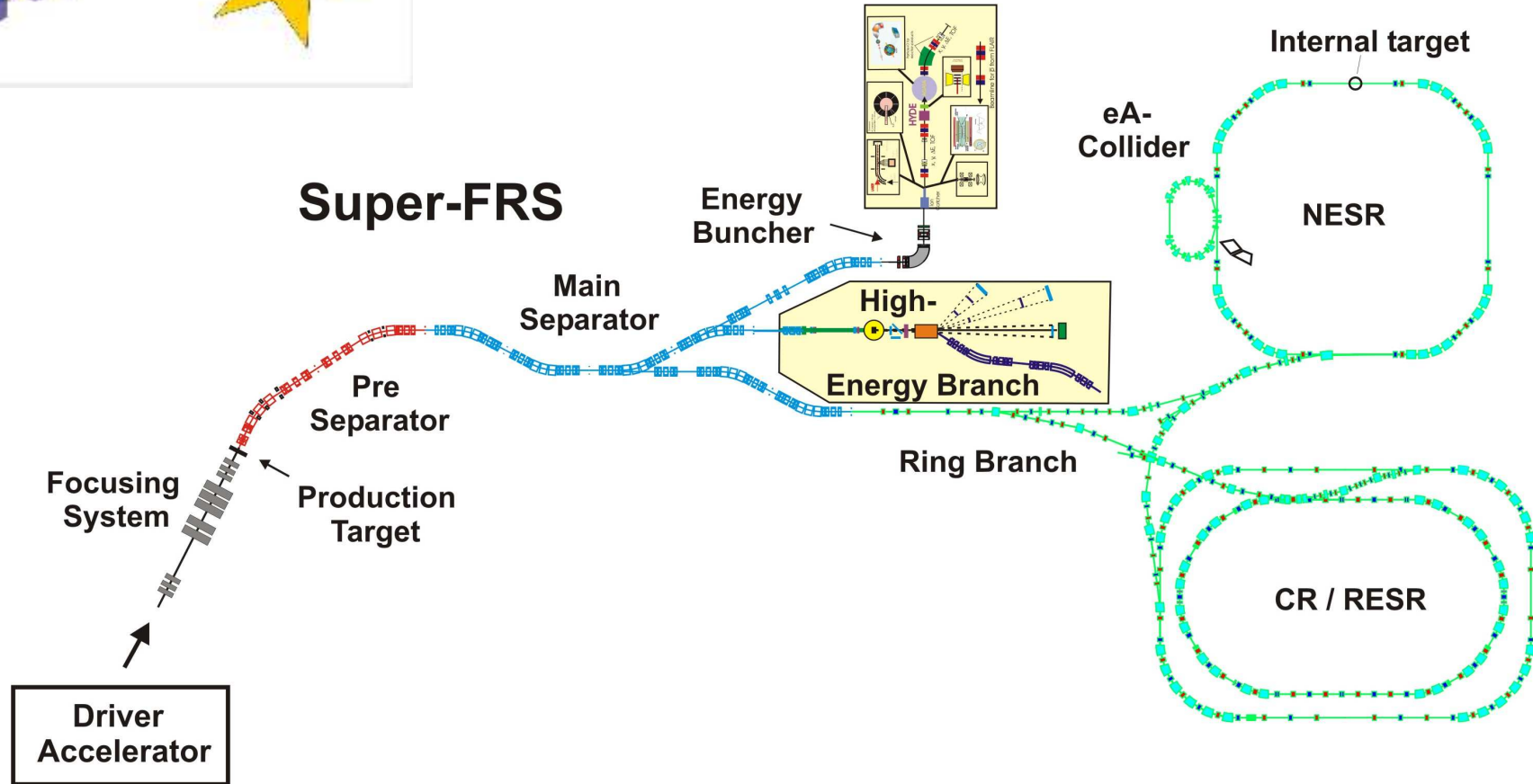
España participa en
La construcción



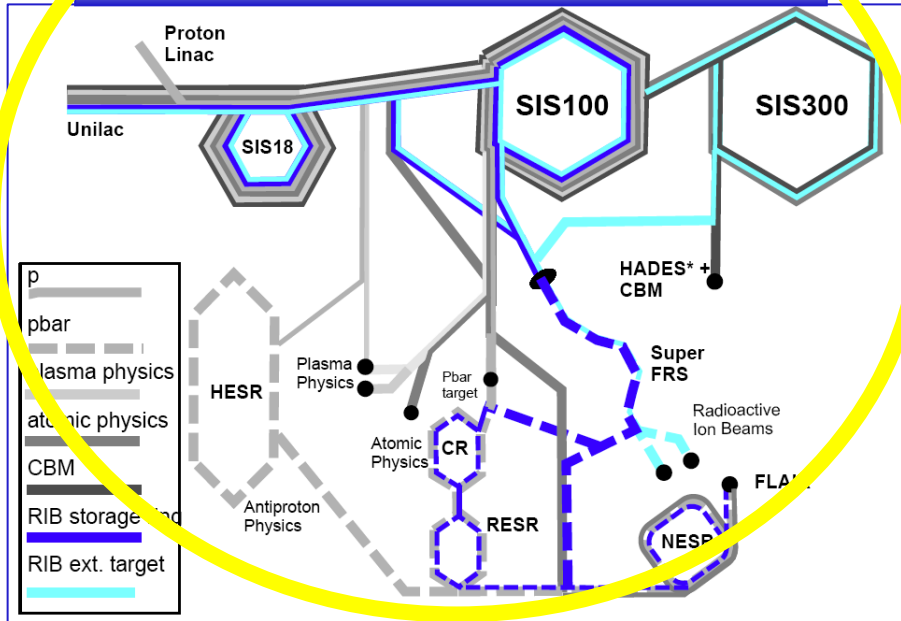


IFIC
 INSTITUT DE FÍSICA
 CORPUSCULAR
 Low-Energy
 Branch

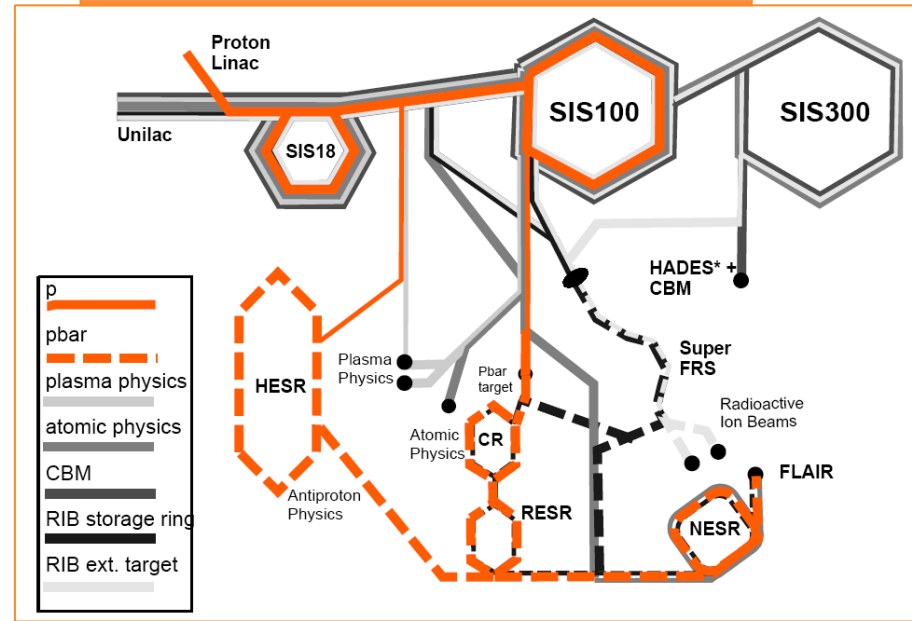
Medidas de vidas medias y masas de núcleos muy exóticos



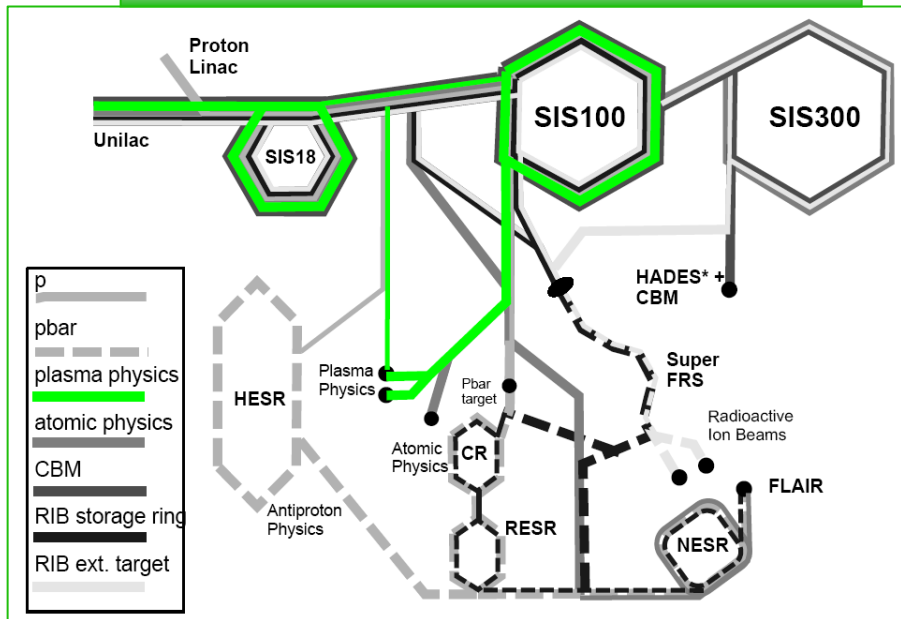
Radioactive Ion Beam Programme



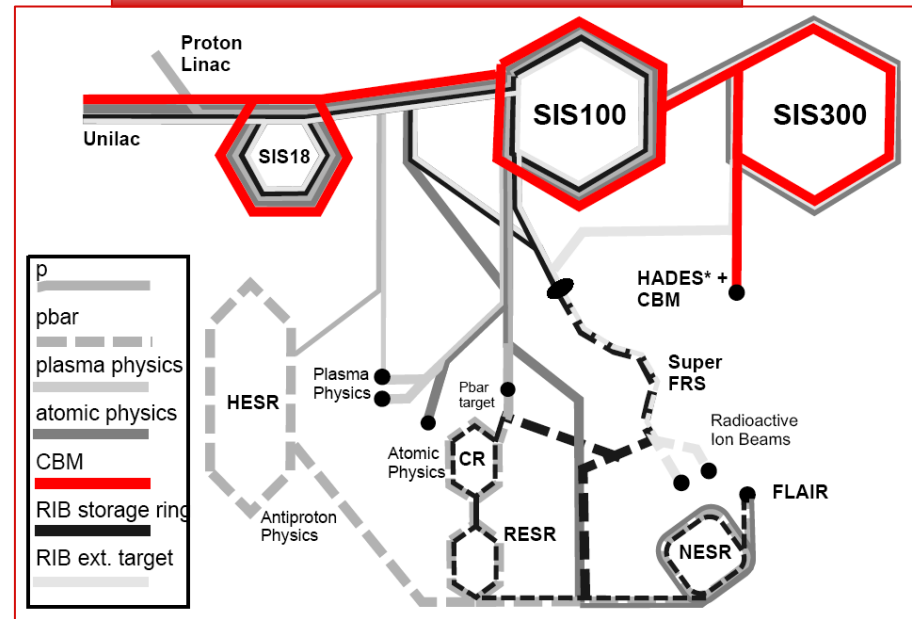
Anti Proton Beam Programme



Plasma Physics Beam Programme



Relat. Ion Beam Programme

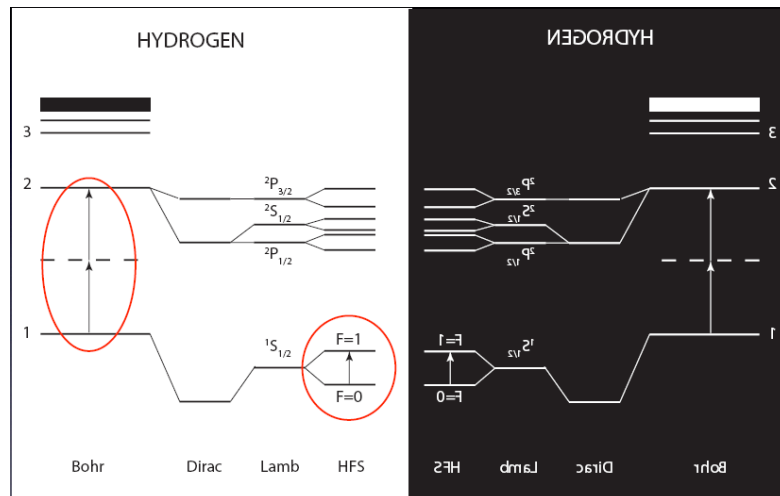


Otros experimentos en FAIR

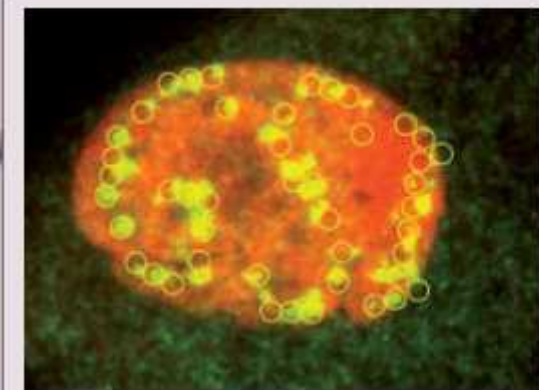
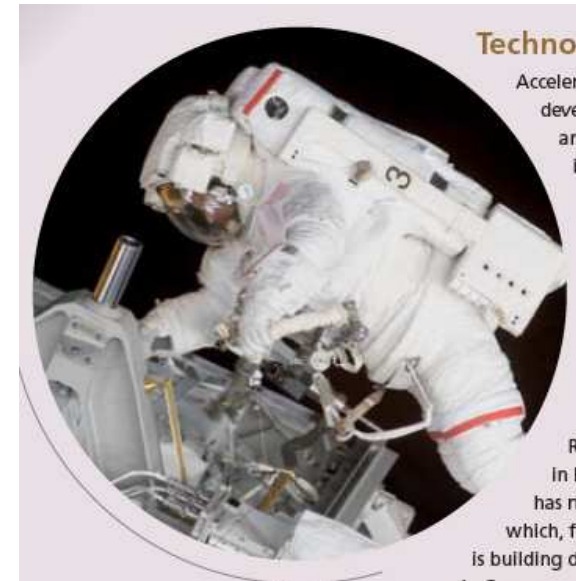
Importante para las Expediciones con humanos a Marte!!



Estudio de antimateria



High-energy irradiation facility for BIOphysics and MATerials Research - BIOMAT



Radiation-damaged cell



FAIR Start Event: November 7, 2007

*A splendid perspective
and eminent challenge !*



First Trees Cut Down for FAIR



For soil analysis:
locations prepared
for deep hole drilling



European Strategy Forum
on Research Infrastructures

ESFRI

EUROPEAN ROADMAP
FOR RESEARCH
INFRASTRUCTURES

Report 2006

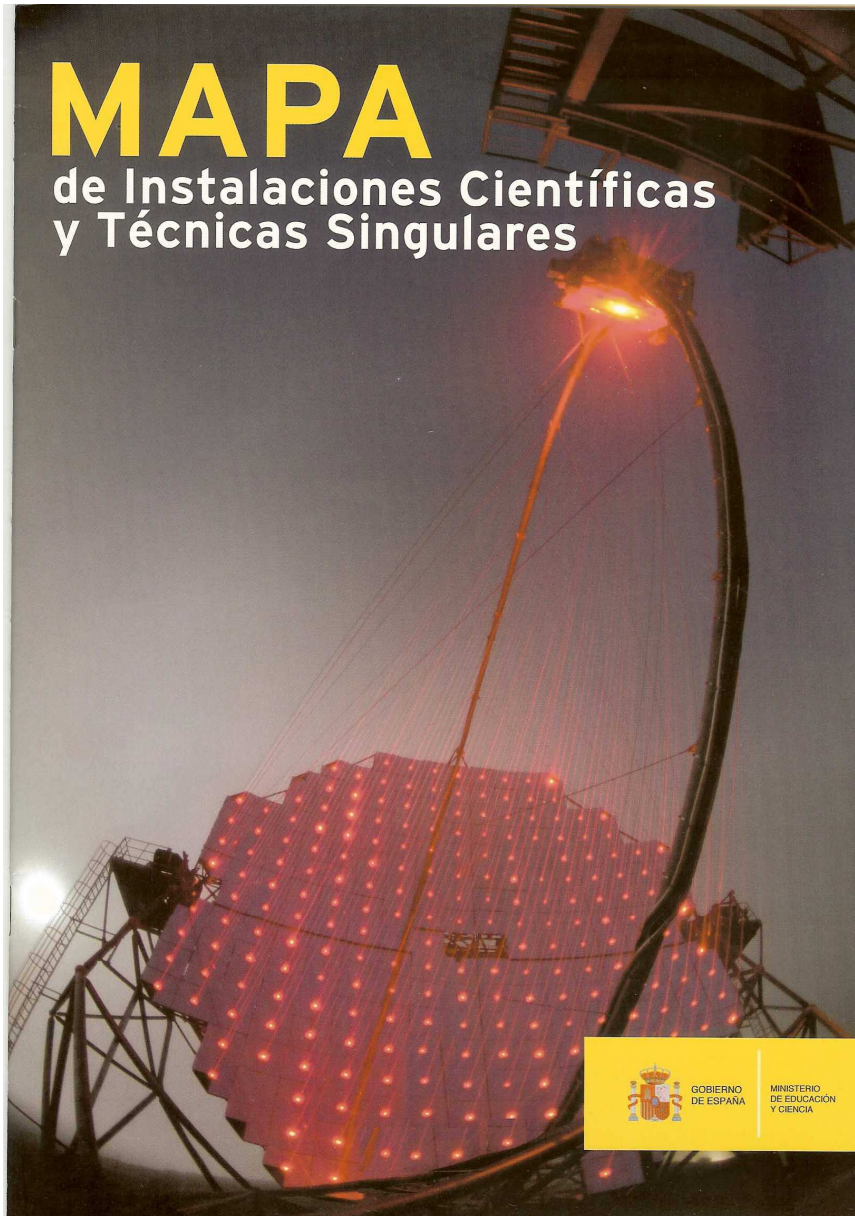
	Projects (in alphabetical order per discipline)	Estimated Construction Cost (M€) *	First possible operations for users	Indicative Operational/ Deployment Cost (M€/year)
Social Sciences & Humanities	CESSDA	30	2008	6
	CLARIN	105	2008	10
	DARIAH	10	2008	4
	EROHS	43	2008	12
	ESS - European Social Survey	9	2007	9
	SHARE	50	2007	< 1
Environmental Sciences	AURORA BOREALIS	360	2010	18
	ENSO	150	2011	20
	EUFAR	50 - 100	2007	2 - 4
	EURO ARGO (GLOBAL)	76	2010	6
	WIGOS-ERI (GLOBAL)	20	2008	6
	ICOS (GLOBAL)	255	2010	13
	LIFE WATCH	370	2014	70
Energy	HIPER	850	2015	80
	IFMIF (GLOBAL)	855	2017	80
	JHR	500	2014	30
Biomedical and Life Sciences	EATRIS	255	2010	50
	European Bio-banking and Biomolecular Resources	170	2009	15
	INFRAFRONTIER	320	2007	36
	Infrastructure for Clinical Trials and Biotherapy Facilities	36	2007	5
	Integrated Structural Biology Infrastructure	300	2007	25
	Upgrade of European Bio-Informatics Infrastructure	550	2007	7
Material Sciences	ELI	150	2013	6
	ESRF Upgrade	230	2007-2014	NA
	ESS: The European Spallation Source	1050	2017	80
	European XFEL	906	2013	84
	ILL 20/20	160	2012-2017	NA
	IRUVIX-FEL	760	2006-2015	70
	PRINS	1110	2008-2013	256
Astronomy, Astrophysics, Nuclear and Particle Physics **	ELT: The European Extremely Large Telescope	850	2018	40
	FAIR	1186	2014	120
	KM3NET	220-250	2015	NYD
	SKA: The Square Kilometre Array (GLOBAL)	1150	2014-2020	100
	SPIRAL2	137	2011	7
CDT	EU-HPC	200-400	2008	100-200

NYD = not yet defined

NA = not applicable - already covered within the current budget

CDT = Computer and Data Treatment

Berta Rubio (IFIC-Valencia)



Berta Rubio (IFIC-Valencia)

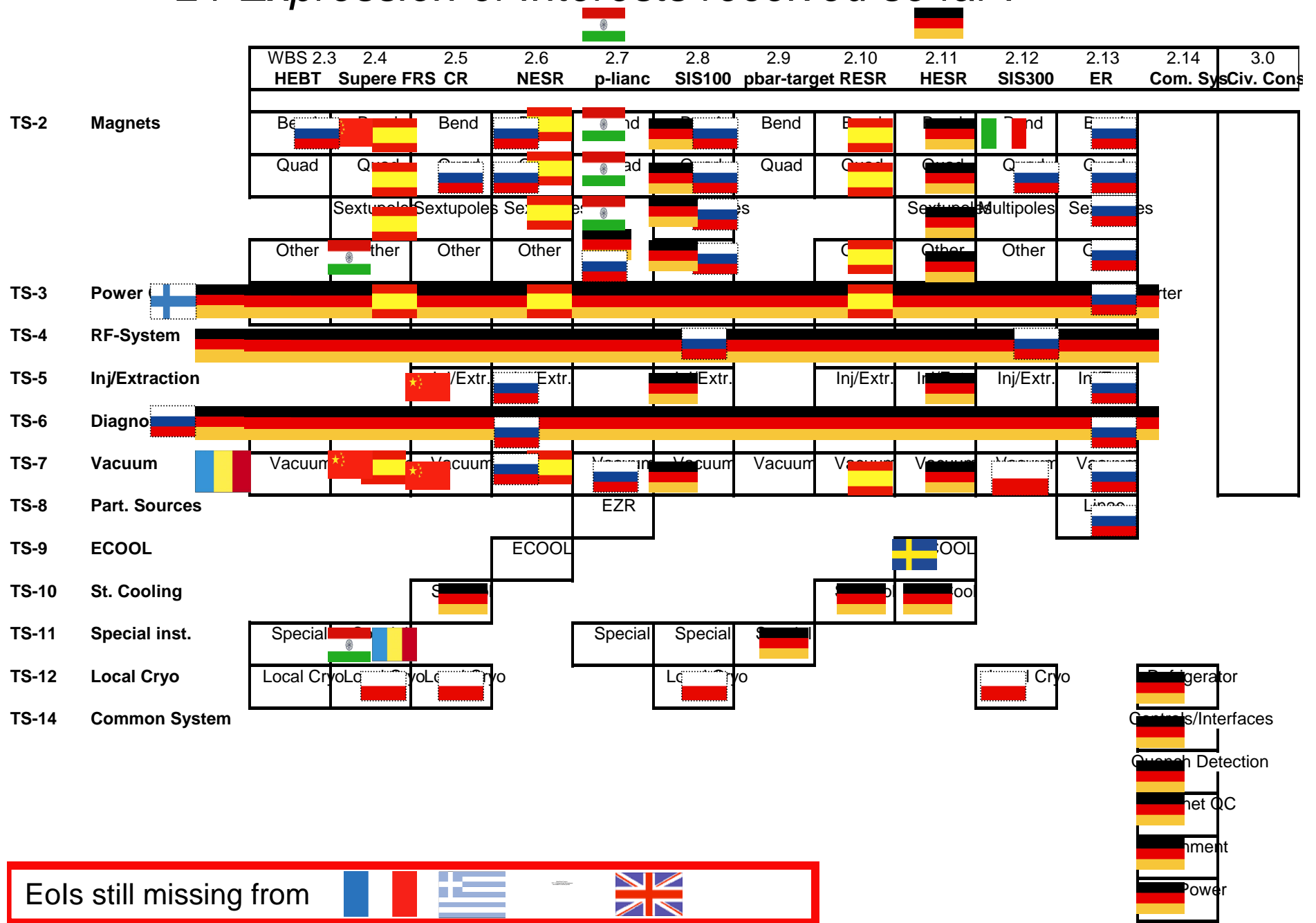
tituyentes últimos de la materia y de las fuerzas fundamentales a través de las que interaccionan. Para ello el CERN cuenta con el mejor y más completo conjunto de aceleradores de partículas. En ellos, las partículas se aceleran a velocidades (energías) muy elevadas para su posterior colisión. Las colisiones entre partículas se registran, para su posterior análisis, en detectores. En la actualidad se construye el Gran Colisionador de Hadrones, LHC (*Large Hadron Collider*). El LHC se construye en un túnel subterráneo a 100 m bajo tierra, en forma de circunferencia de 27 kilómetros de longitud. Este será el acelerador más potente del mundo y permitirá colisionar haces de protones a energías y luminosidad muy superiores a los alcanzados hasta la fecha. www.cern.ch

Proyecto European X-FEL [X Free Electron Laser]
La instalación de rayos X producida por láser de electrones libres (XFEL), perteneciente al mapa europeo de Instalaciones Científicas y Técnicas Singulares, se empezará a construir en 2008 en Alemania y se espera que opere a partir de 2013. Los pulsos de rayos X generados por el XFEL de extrema intensidad y ultracorta duración, con las propiedades de la luz láser, permitirán a los científicos observar reacciones químicas y observar el movimiento de biomoléculas. España es uno de los doce países que forman parte de esta nueva instalación que tiene un coste de 986 millones de euros y que será una de las fuentes de luz de rayos X más brillante del mundo. <http://xfel.desy.de>

Proyecto FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research),
Este centro tiene por objetivo proporcionar a la comunidad científica europea e internacional instalaciones tecnológicamente avanzadas para realizar investigación puntera en el ámbito del estudio de la estructura de la materia utilizando haces de iones pesados estables o exóticos y anti-protones. Estas herramientas permiten abarcar áreas de investigación como la física hadrónica, la física nuclear, la física atómica y la física de plasmas. El carácter multidisciplinar del centro hace que FAIR sea hoy en día el proyecto en fase de realización más ambicioso en física de aceleradores. Este nuevo centro se situará junto a las actuales instalaciones del centro alemán GSI, en la ciudad alemana de Darmstadt. España ha manifestado su intención de participar en este proyecto. www.gsi.de/fair/

Proyecto ITER
Es el proyecto científico más grande de cooperación internacional (participan la Unión Europea, Japón, Rusia, Estados Unidos, Corea del Sur, China e India) para construir y operar un dispositivo experimental de fusión. ITER pretende demostrar que es posible producir energía eléctrica a partir de procesos de fusión, además de obtener los conocimientos tecnológicos para diseñar, construir y operar las futuras plantas productoras de electricidad. Estará ubicado en Cadarache (Francia) y la entidad legal encargada de gestionar toda la contribución tecnológica europea al proyecto tendrá su sede en Barcelona. Las obras tendrán una duración de diez años y un presupuesto de 5.000 millones de euros. Por el acuerdo inicial del proyecto europeo, uno de los directores científicos es español. www.iter.org

21 Expression of Interests received so far !



Eols still missing from

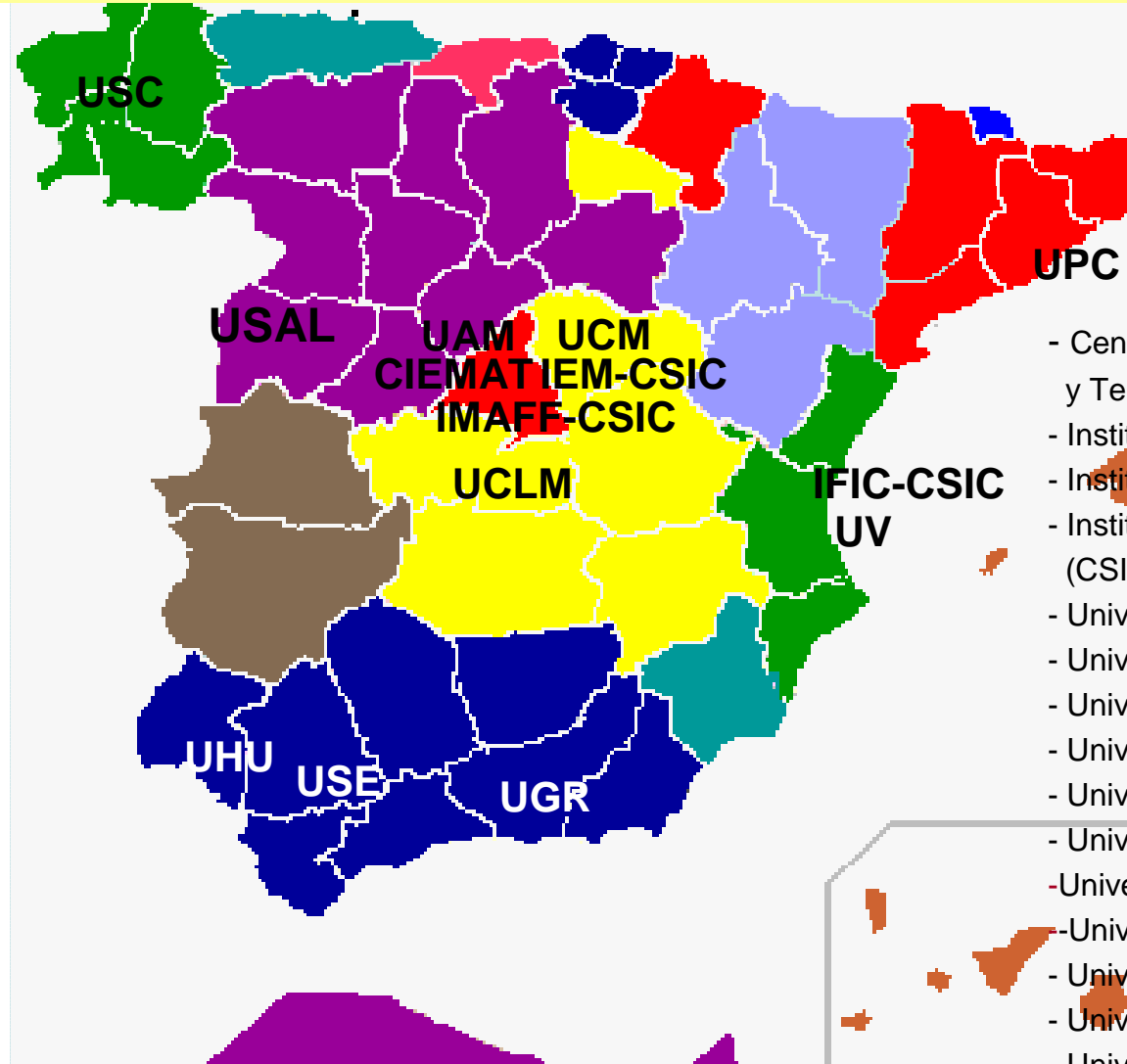


FAIR

Un proyecto muy atractivo desde el punto de vista de la física la comunidad española ha estado desde sus comienzos apoyo del MICIN al proyecto FAIR (científico y tecnológico)



Parte de esta actividad está muy relacionada con
La comunidad de Físicos Nucleares en España:
Centros españoles que participan en FAIR: parte del CPAM, red



FIN

- Centro de Investigaciones Medioambientales y Tecnológicas
- Instituto de Estructura de la Materia (CSIC)
- Instituto de Física Corpuscular (CSIC)
- Instituto de Matemáticas y Física Fundamental (CSIC)
- Universidad Autónoma de Madrid
- Universidad de Castilla la Mancha
- Universidad Complutense de Madrid
- Universidad de Granada
- Universidad de Huelva
- Universidad Nacional de Educación a Distancia
- Universidad Politécnica de Cataluña
- Universidad de Salamanca
- Universidad de Santiago de Compostela
- Universidad de Sevilla
- Universidad de Valencia