

Las Metamorfosis de la Materia

Dany Page

Instituto de Astronomía

Universidad Nacional Autónoma de México

- Resumen de la gran historia
- De que está hecha la materia que vemos
- El Big Bang
- La nucleosíntesis primordial
- Los primeros átomos
- La formación de mas núcleos en las estrellas
- La formación de los elementos pesados
- Las estrellas de neutrones
- ¿ Estrellas de quarks ?
- Los hoyos negros

MATERIA: QUARKS & LEPTONES

Materia ↔ Fuerzas

¿ Que es la Materia ?

La materia
está hecha de átomos:
núcleos y **electrones**

Los núcleos:
protones + neutrones

Los nucleones:
quarks

Materia ↔ Fuerzas

¿ Que es la Materia ?

La materia
está hecha de átomos:
núcleos y **electrones**

Los núcleos:
protones + neutrones

Los nucleones:
quarks

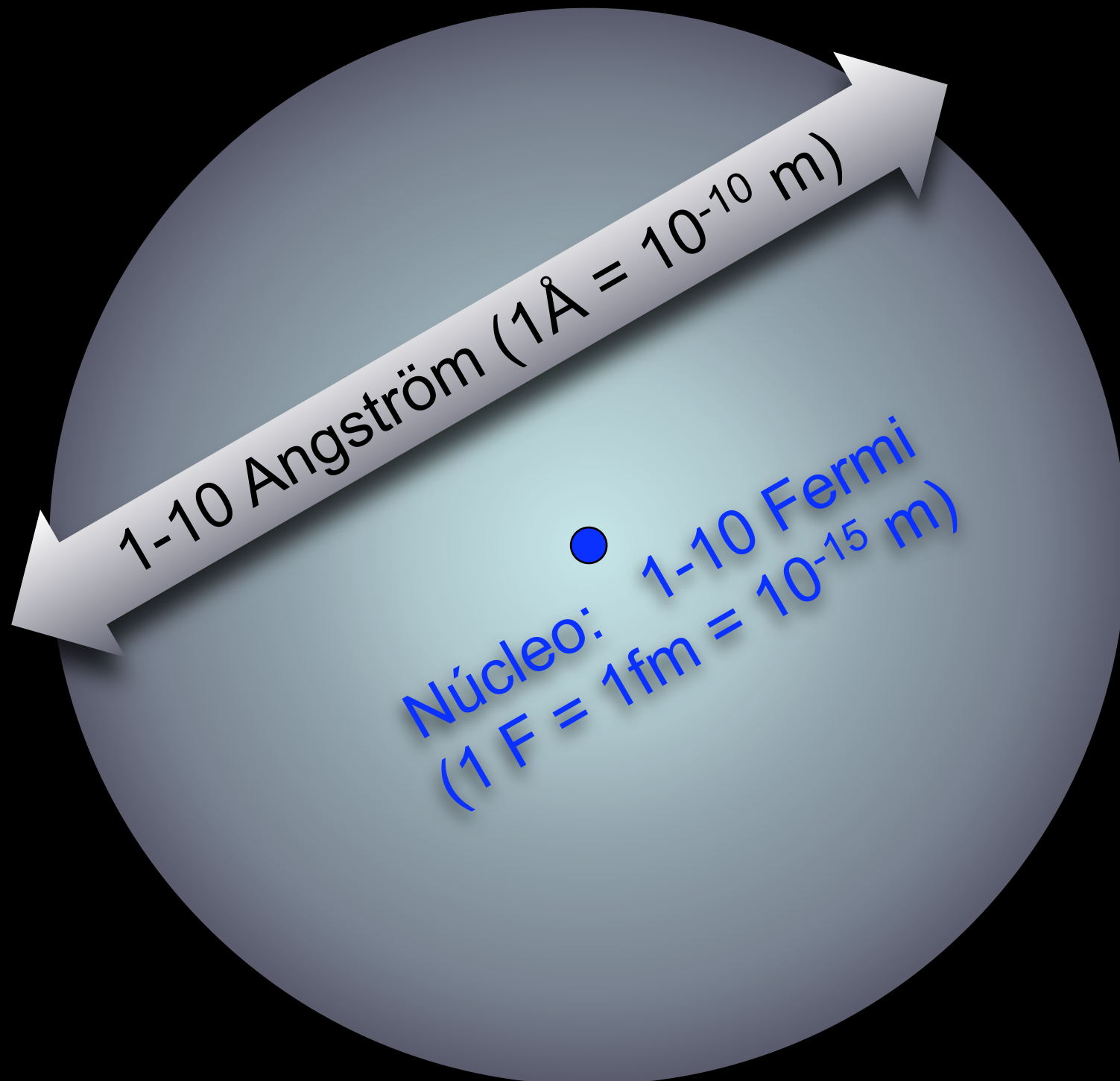
¿ Que son las Fuerzas ?

Cuatro Fuerzas:

- Gravedad
- Fuerzas electro-
magnéticas
- Fuerzas nucleares
- Fuerza debil



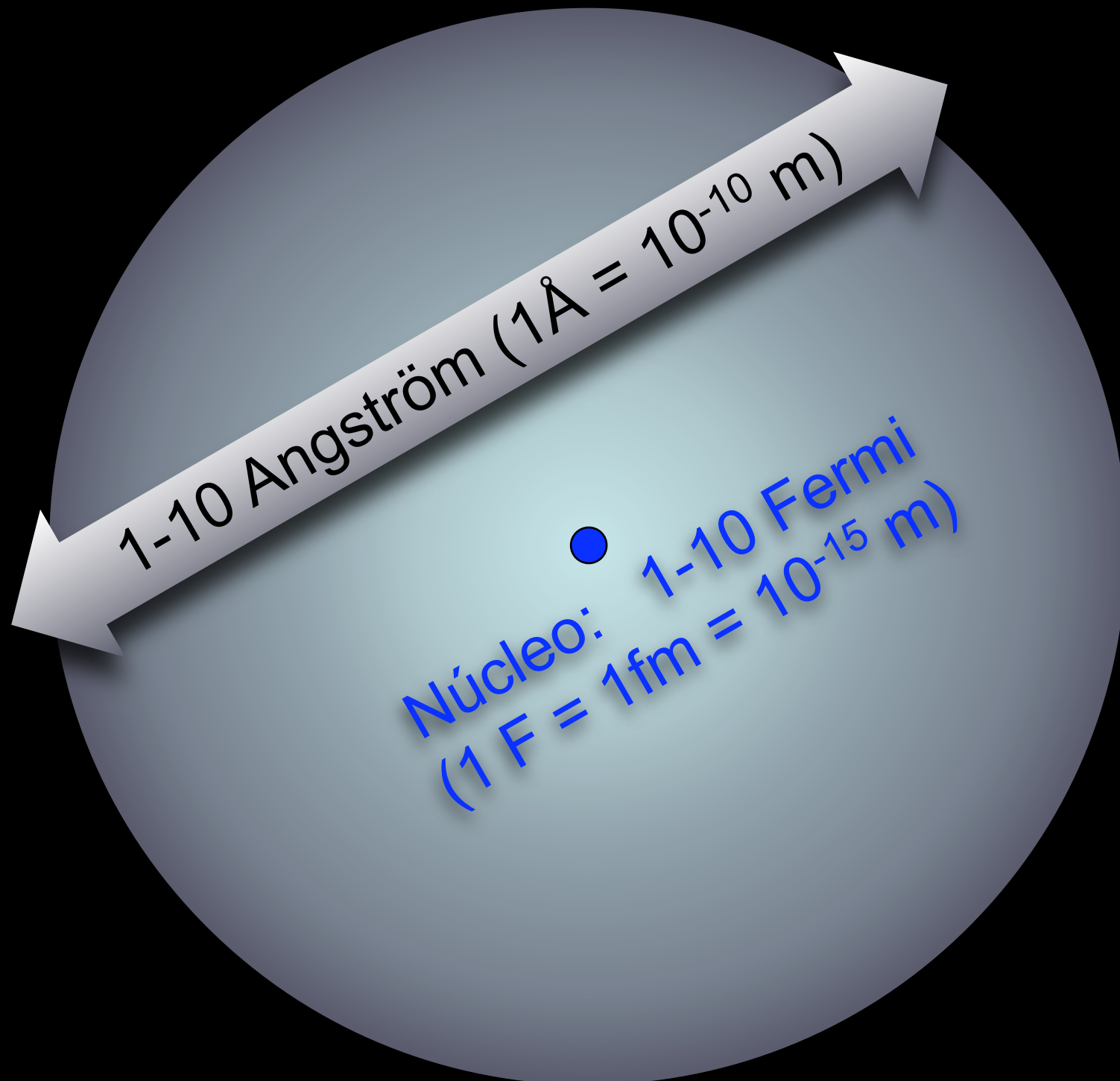
El átomo y su núcleo



El núcleo es **100,000** veces mas pequeño que el átomo



El átomo y su núcleo



El núcleo es **100,000** veces mas pequeño que el átomo



El núcleo y los nucleones, y quarks



Núcleo:
Z protones
N neutrones
 $A=Z+N$

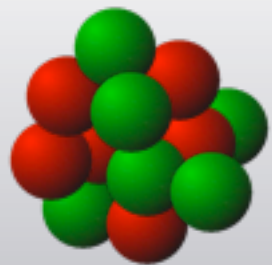


Protón ($q=+e$)



Neutrón ($q=0$)

El núcleo y los nucleones, y quarks



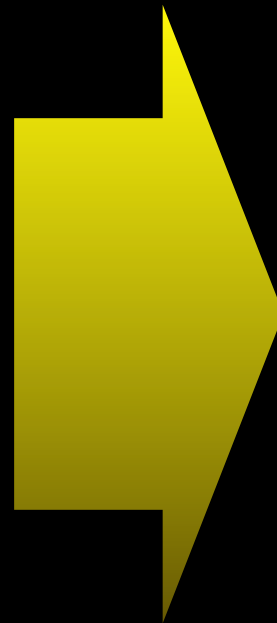
Núcleo:
Z protones
N neutrones
 $A=Z+N$



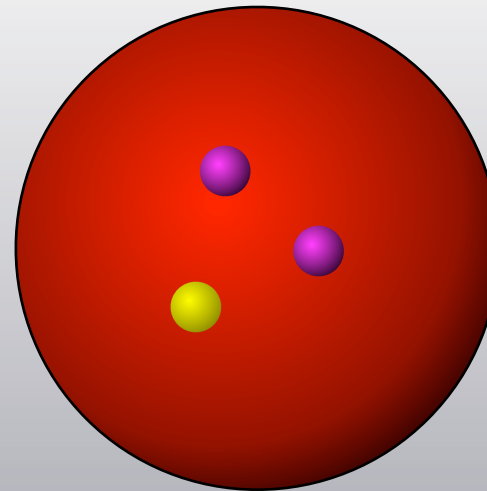
Protón ($q=+e$)



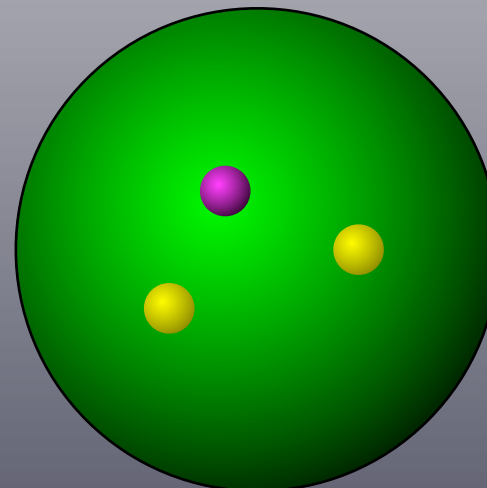
Neutrón ($q=0$)



Protón



Neutrón



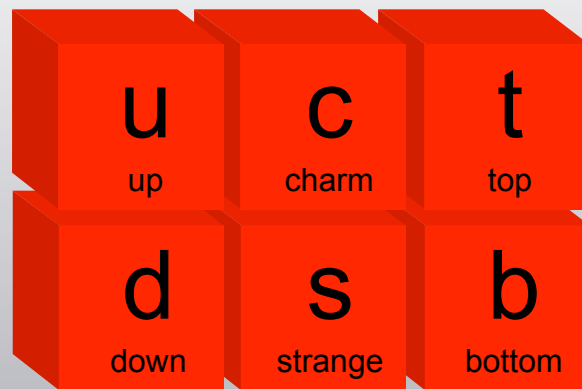
Quarks

● up

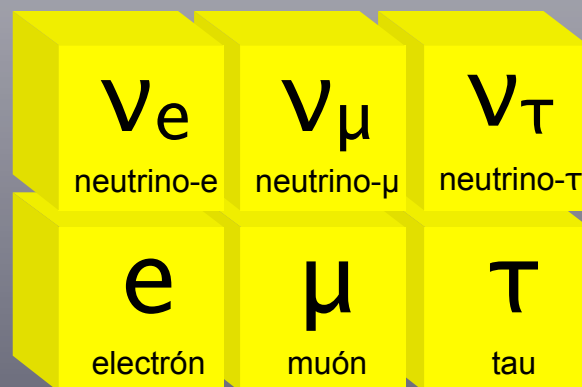
● down

Quarks y Leptones

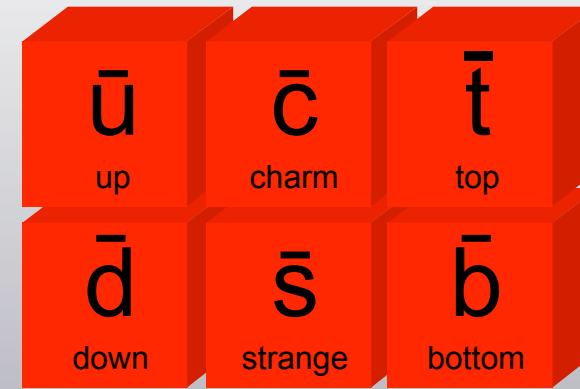
Quarks



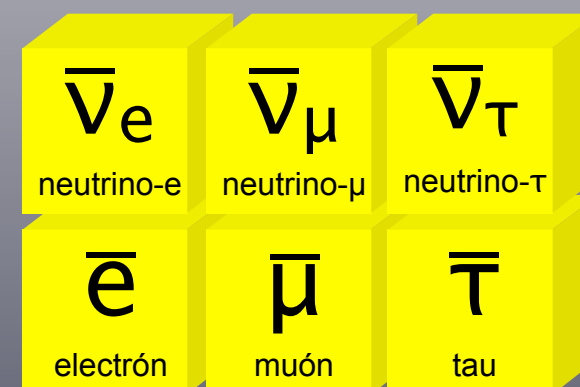
Leptones



Anti-Quarks



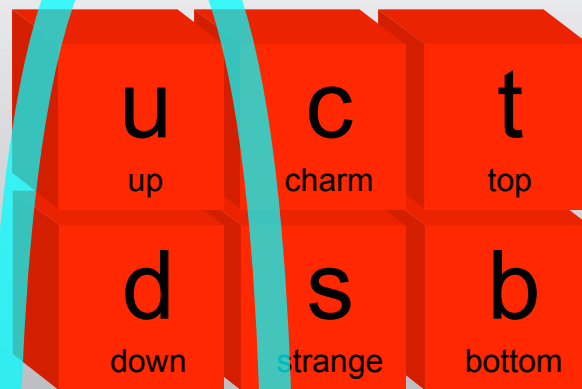
Anti-Leptones



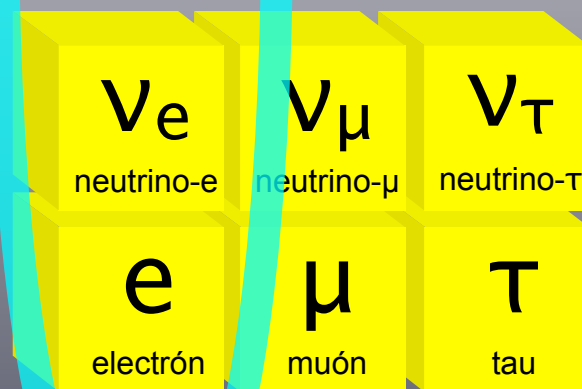
Quarks y Leptones: 3 generaciones

Tres familias (o generaciones)

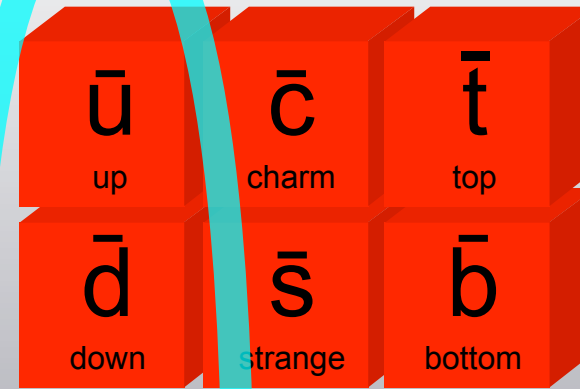
Quarks



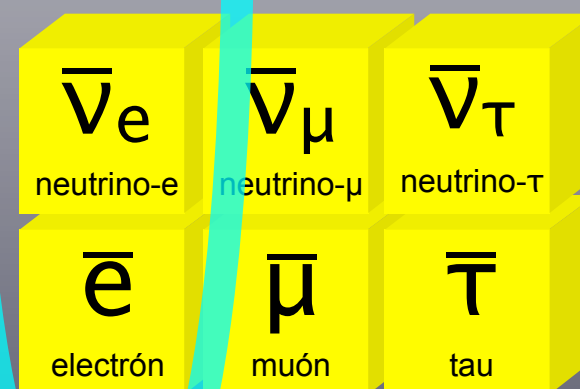
Leptones



Anti-Quarks

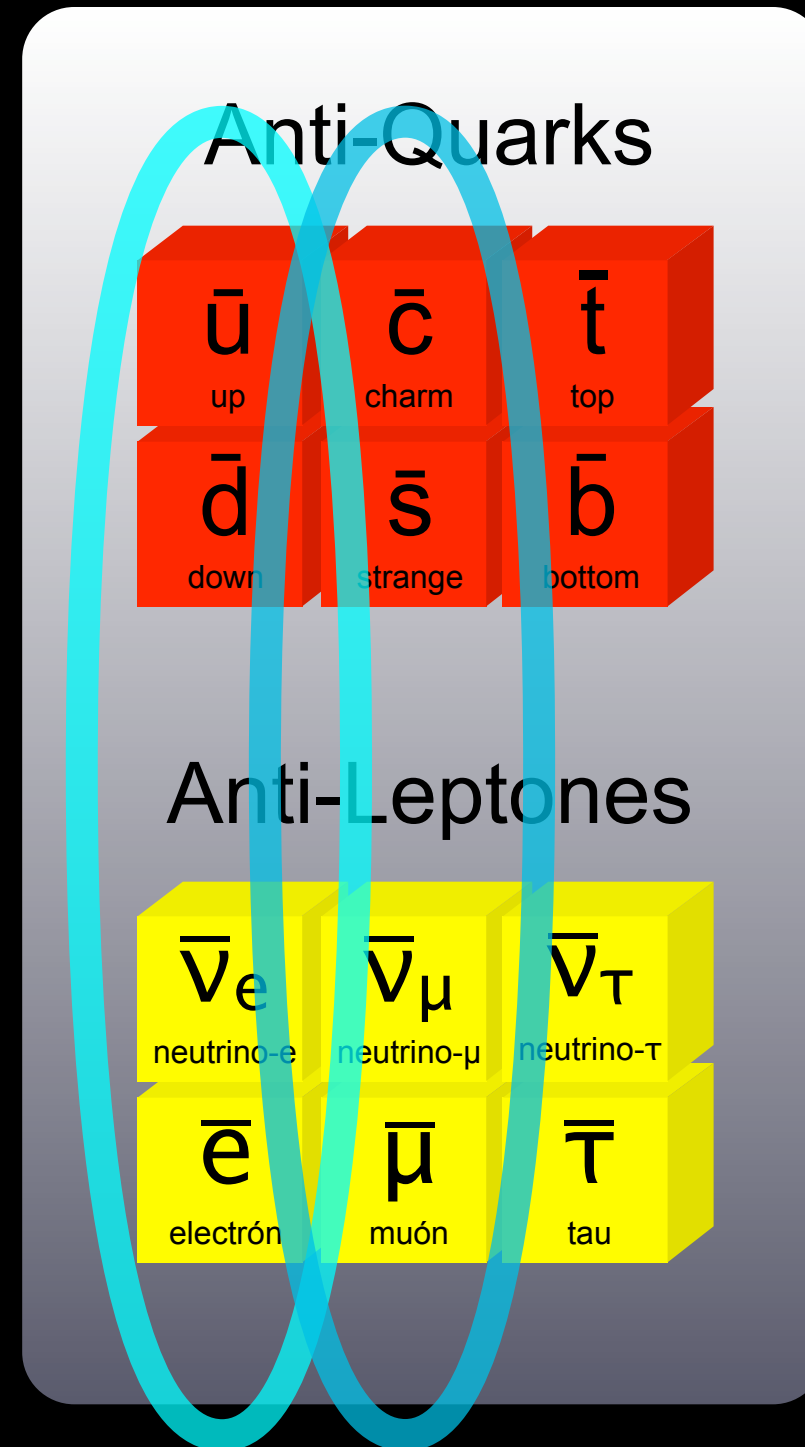
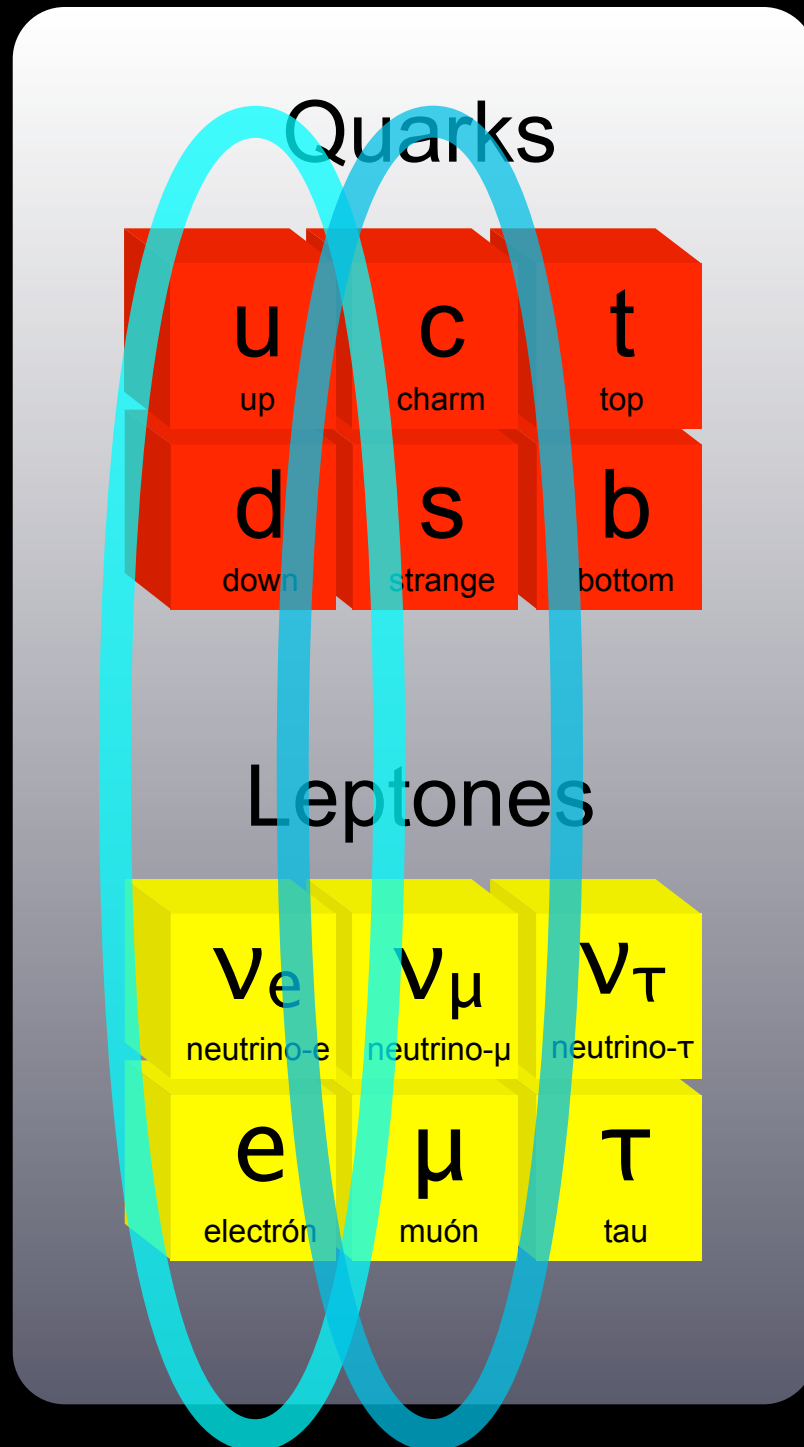


Anti-Leptones



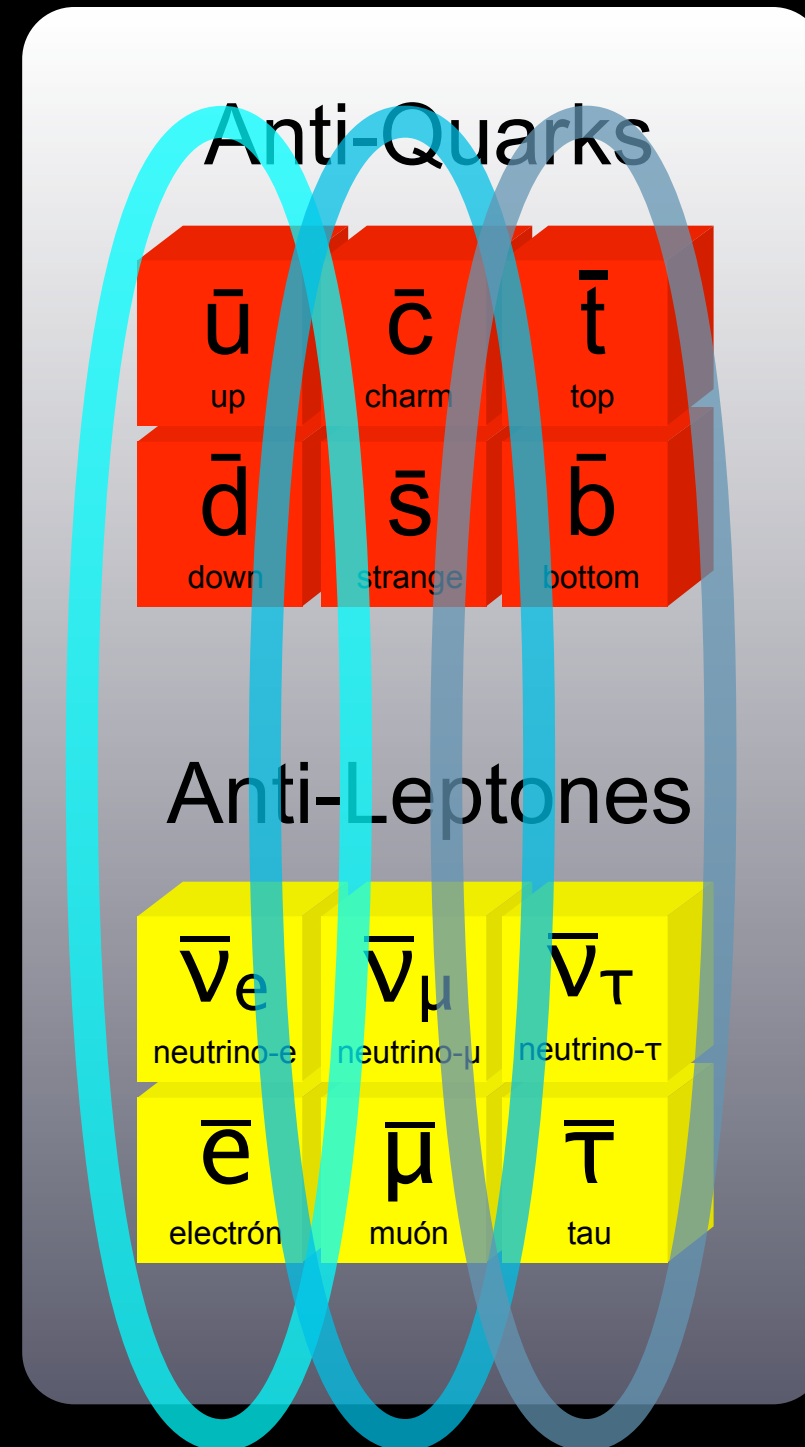
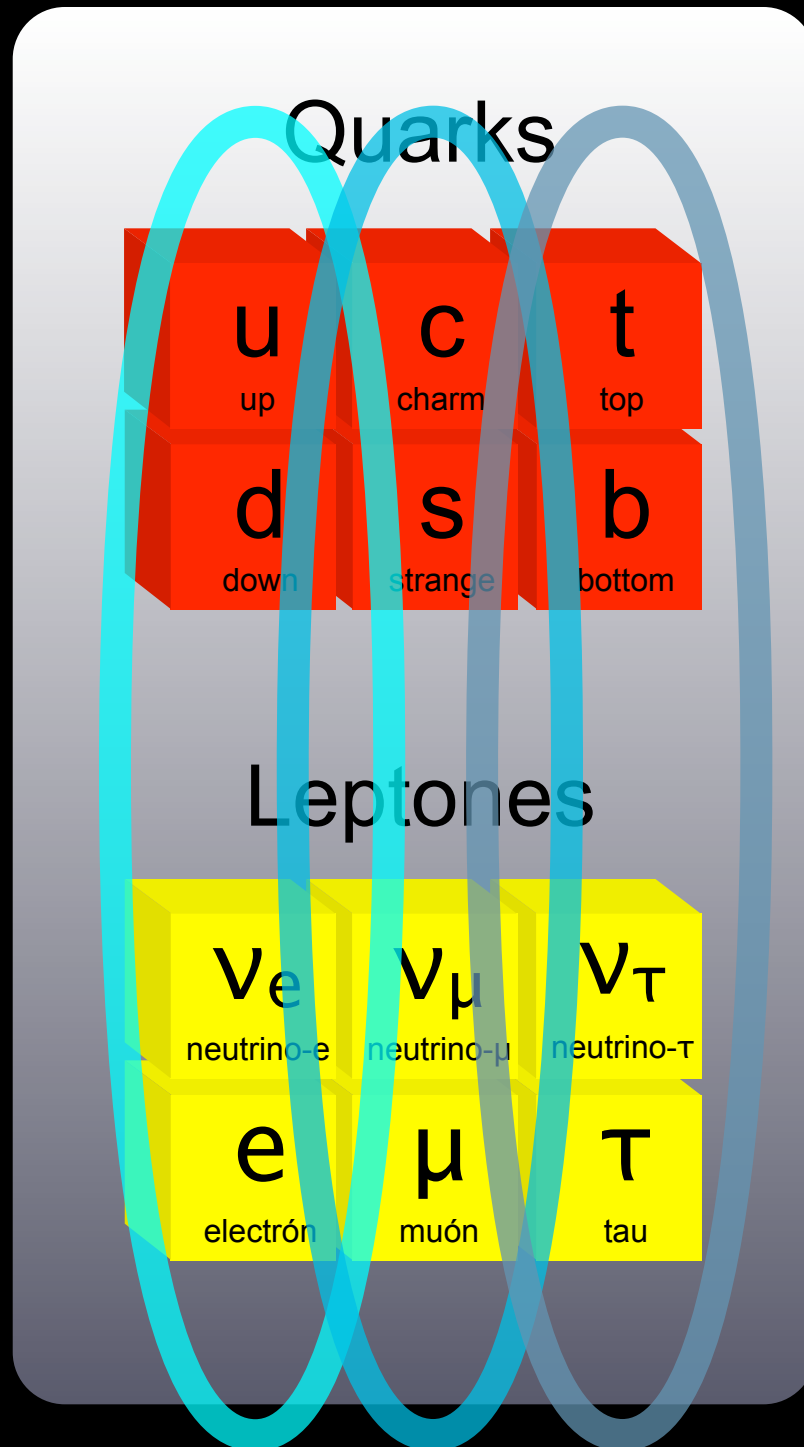
Quarks y Leptones: 3 generaciones

Tres familias (o generaciones)



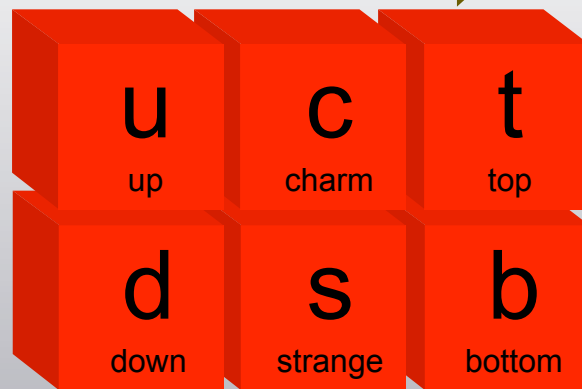
Quarks y Leptones: 3 generaciones

Tres familias (o generaciones)

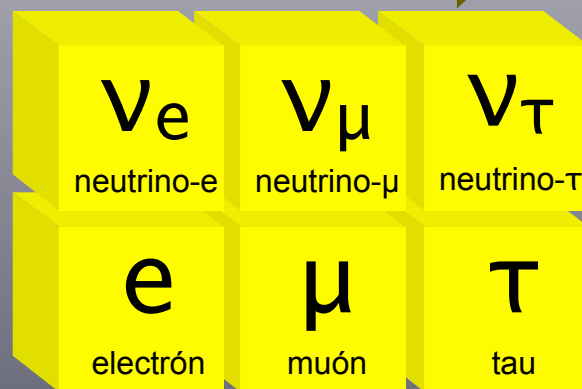


Quarks y Leptones: masas

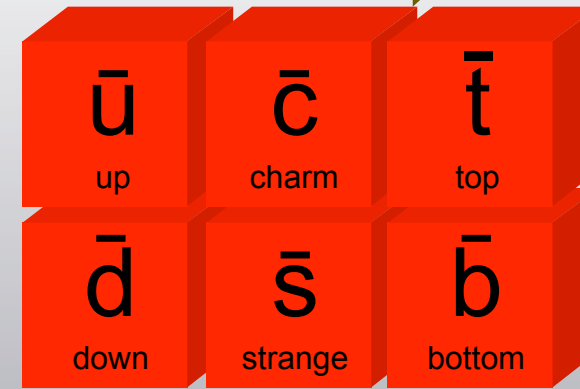
Masas
crecientes



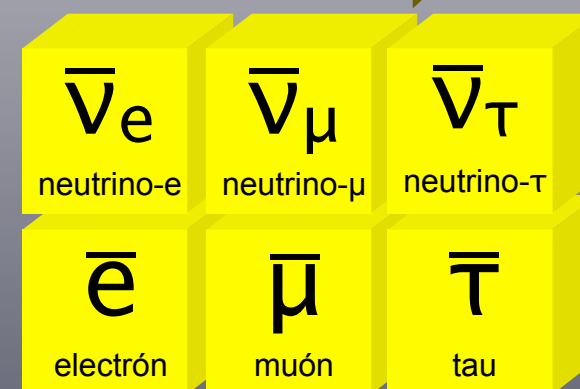
Masas
crecientes



Masas
crecientes



Masas
crecientes

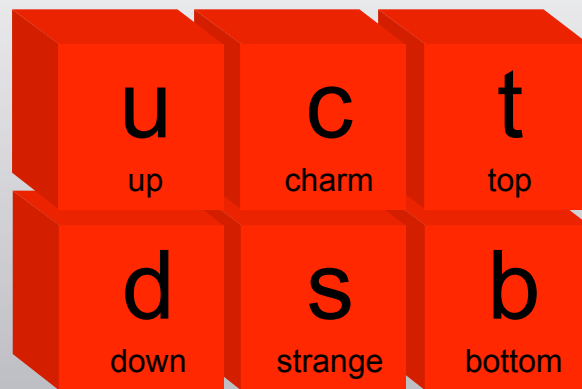


Quarks y Leptones: cargas

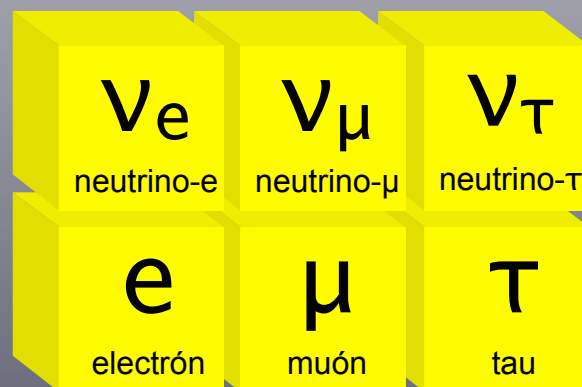
$$q = +\frac{2}{3}e$$

$$q = -\frac{1}{3}e$$

Quarks



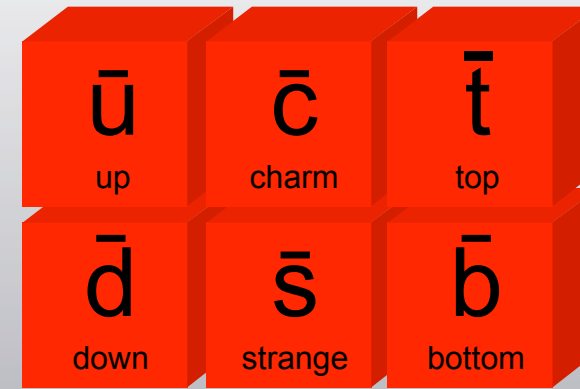
Leptones



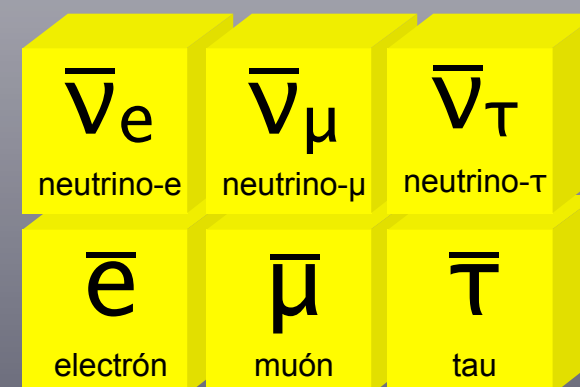
$$q = 0$$

$$q = -e$$

Anti-Quarks



Anti-Leptones



$$q = -\frac{2}{3}e$$

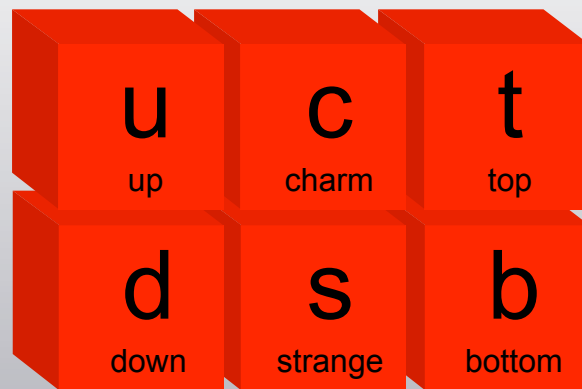
$$q = +\frac{1}{3}e$$

$$q = 0$$

$$q = +e$$

Quarks y Nucleones: cargas

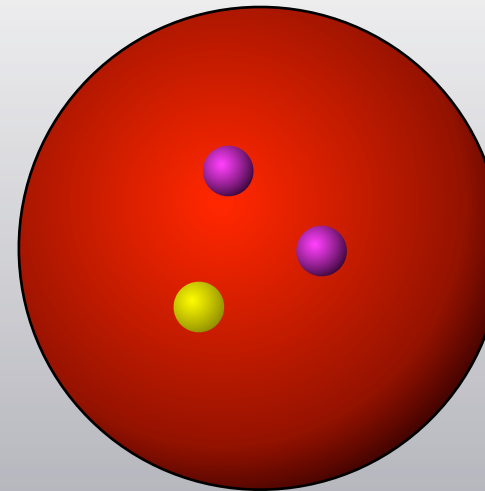
Quarks



$$q = +\frac{2}{3}e$$

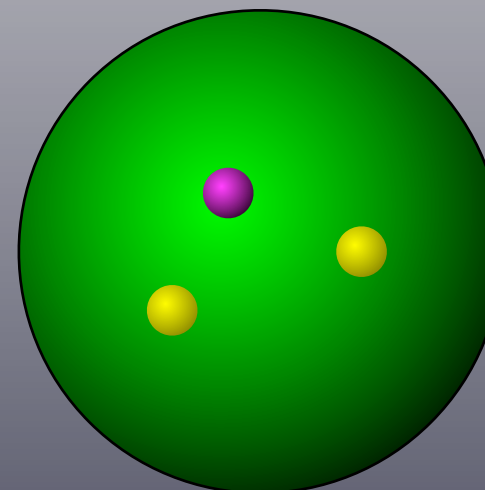
$$q = -\frac{1}{3}e$$

Protón



Carga:
 $2u+1d \Rightarrow q=1e$

Neutrón



Carga:
 $1u+2d \Rightarrow q=0$



Hadrones: Bariones y Mesones

Bariones

Δ	1650	uuu uud udd ddd
Δ	1256	uuu uud udd ddd
N	1520	uud udd
N	1470	uud udd
Ω^-	1672.2	sss
Ξ^0	1314.7	uss
Ξ^-	1321.3	dss
Σ^+	1189.4	uus
Σ^0	1192.5	uds
Σ^-	1197.3	dds
Λ	1115.60	uds
n	939.57	udd
p	938.28	uud

Hadrones:
partículas hechas
de quarks y/o
anti-quarks

Bariones:
3 quarks
(anti-bariones:
3 anti-quarks)

Mesones:
quark+anti-quark

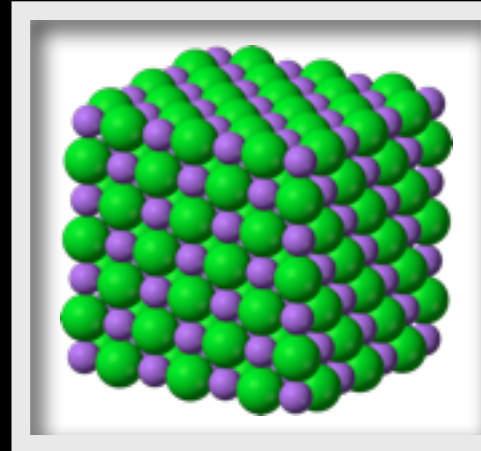
Mesones

ω	783	$(d\bar{d}+u\bar{u})/\sqrt{2}$
ρ^\pm	775	$u\bar{d}$ $d\bar{u}$
ρ^0	775	$(d\bar{d}-u\bar{u})/\sqrt{2}$
K^\pm	493.7	$u\bar{s}$ $s\bar{u}$
$K^0 \bar{K}^0$	497.7	$d\bar{s}$ $s\bar{d}$
η	548.8	$(d\bar{d}+u\bar{u})/\sqrt{2}$
π^\pm	139.6	$u\bar{d}$ $d\bar{u}$
π^0	134.9	$(d\bar{d}-u\bar{u})/\sqrt{2}$

**ESTADOS DE
LA MATERIA:
SOLIDO,
LIQUIDO,
GASEOSO,
PLASMA**

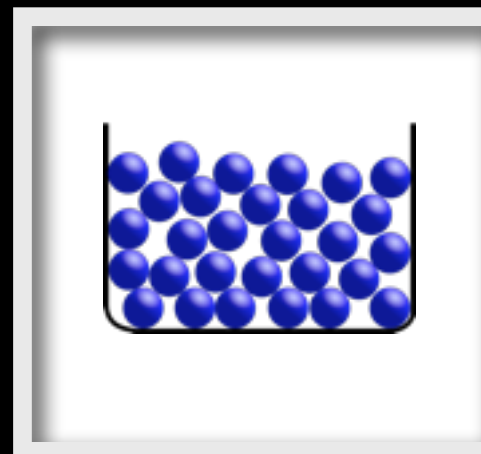
Sólido, Líquido, y Gas

Sólido: forma y volumen (densidad) casi constantes.



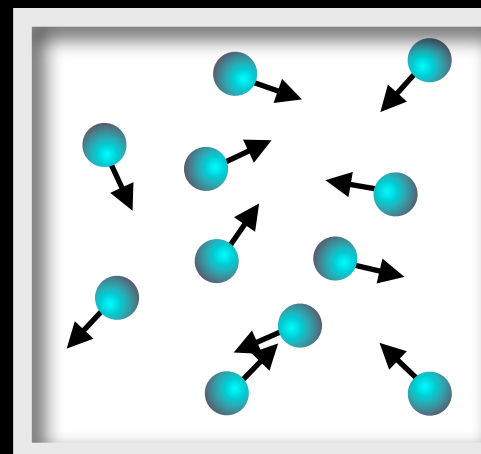
Los átomos se tocan y se ligan fuertemente entre ellos.

Líquido: volumen (densidad) casi constante. Forma libre !



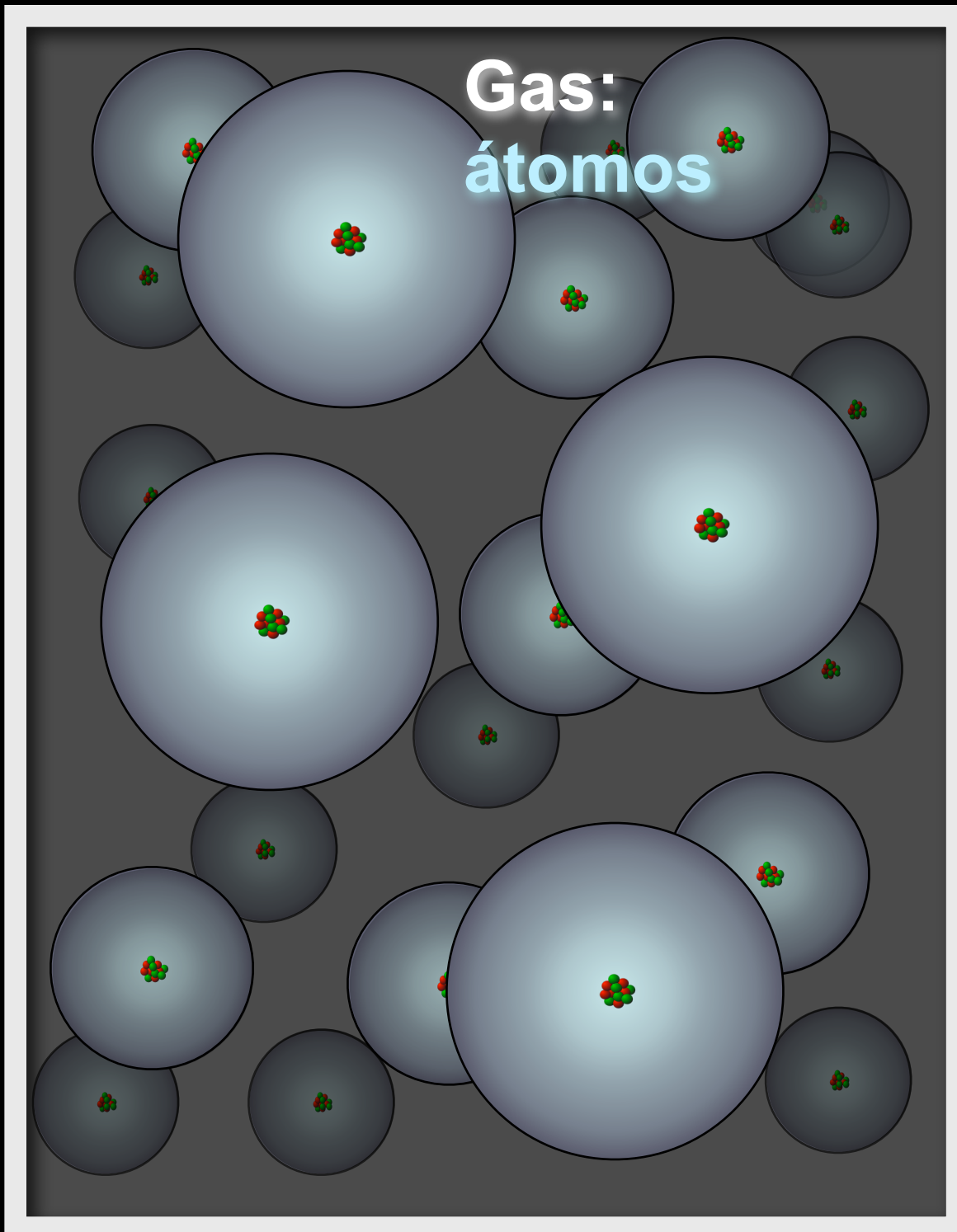
Los átomos se tocan y se ligan ligeramente entre ellos.

Gas: forma y volumen (densidad) libres.

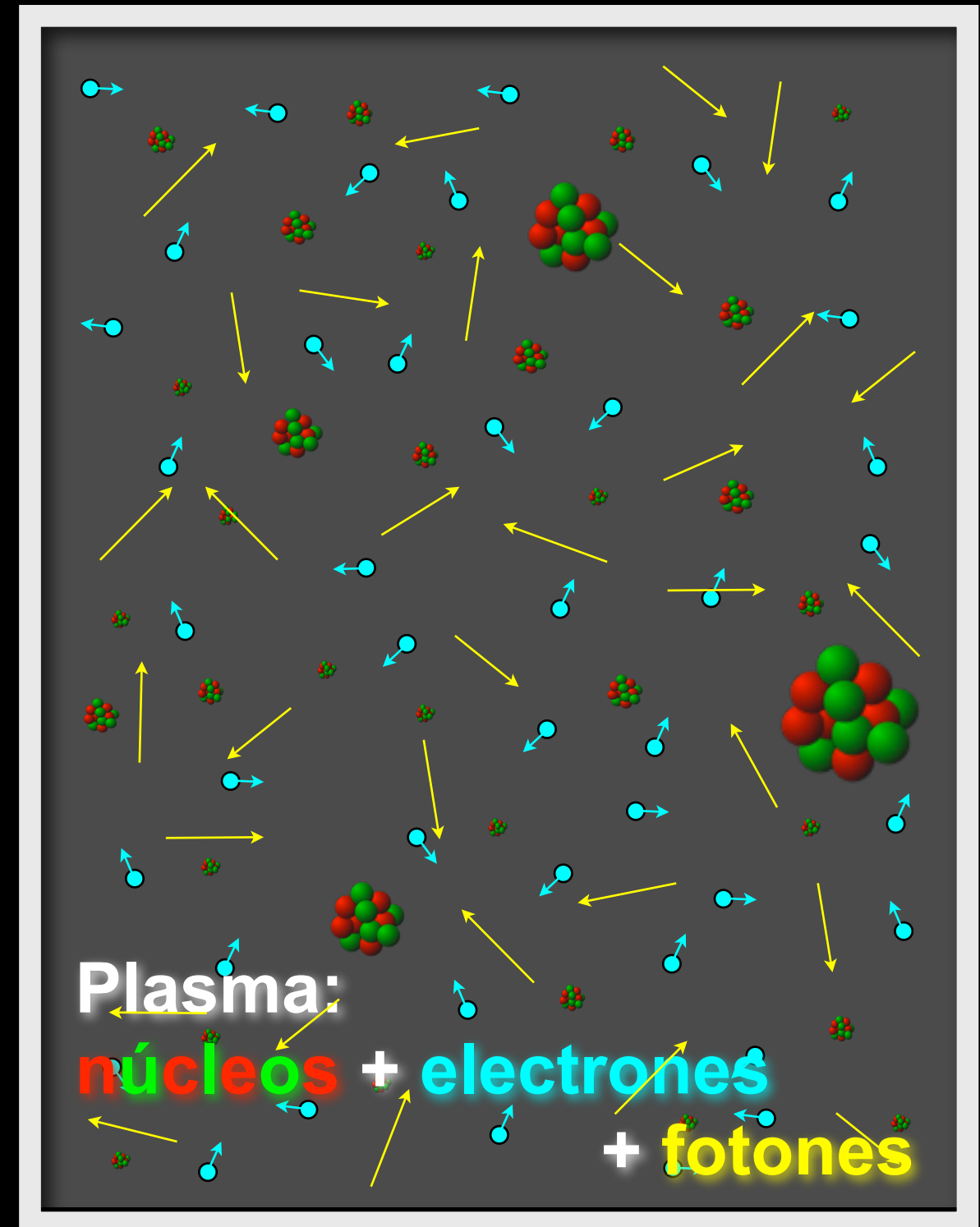


Los átomos NO se tocan y solo colisionan de vez en cuando.

Plasma: el cuarto estado de la materia

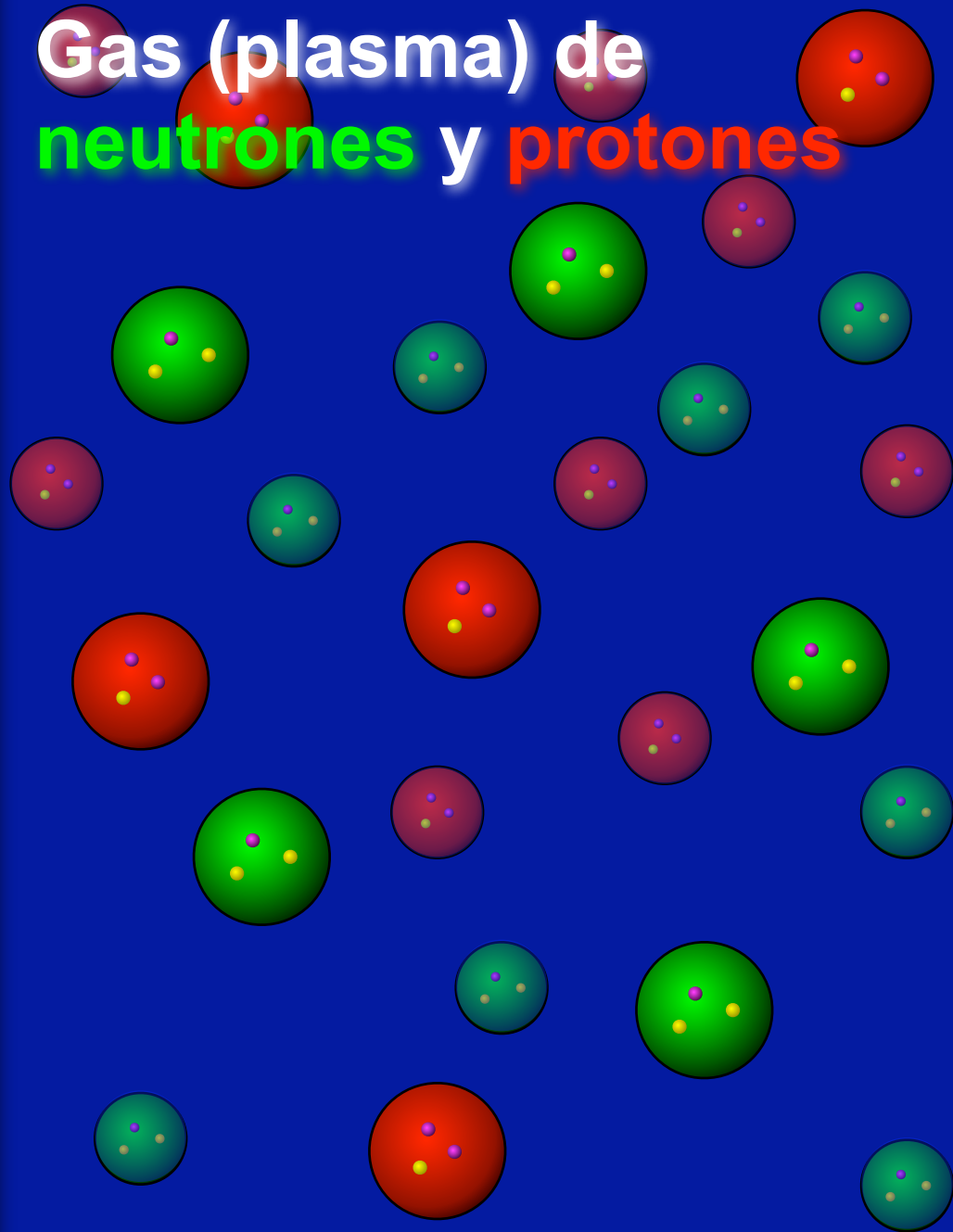


Alta T



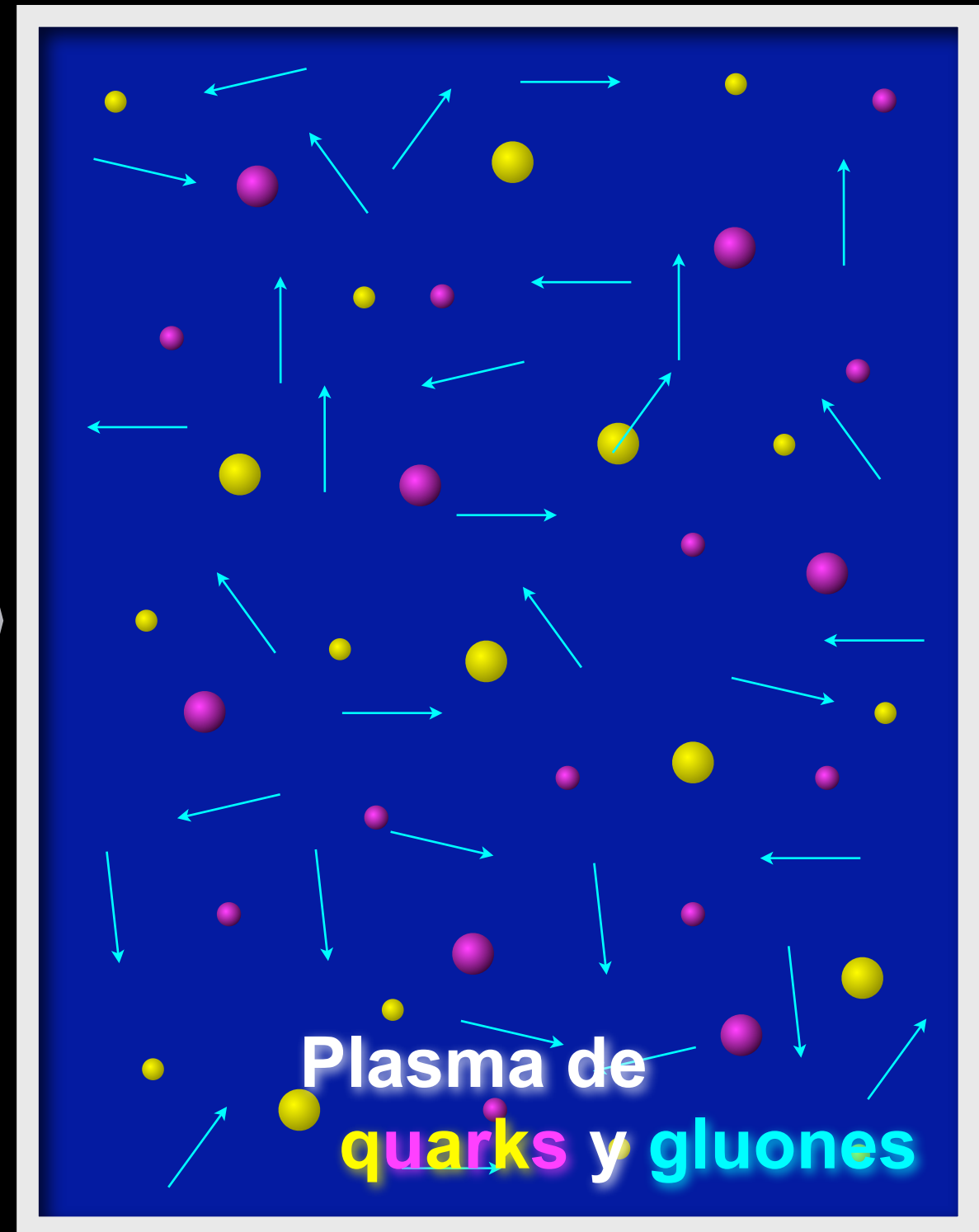
El Plasma de Quarks y Gluones

Gas (plasma) de
neutrones y protones



El Plasma de Quarks y Gluones

Muy alta T



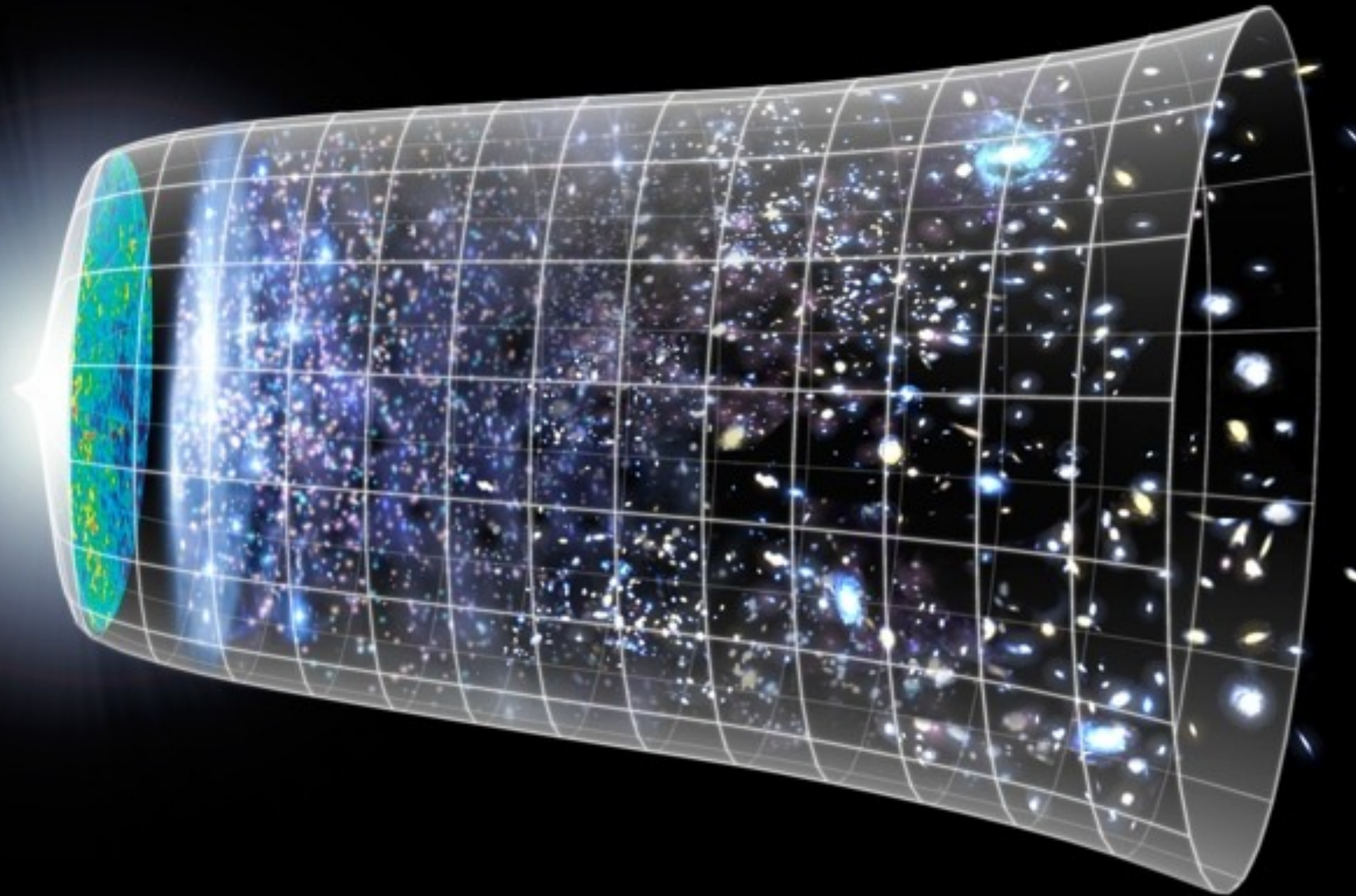
EVOLUCION DEL UNIVERSO TEMPRANO



instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia

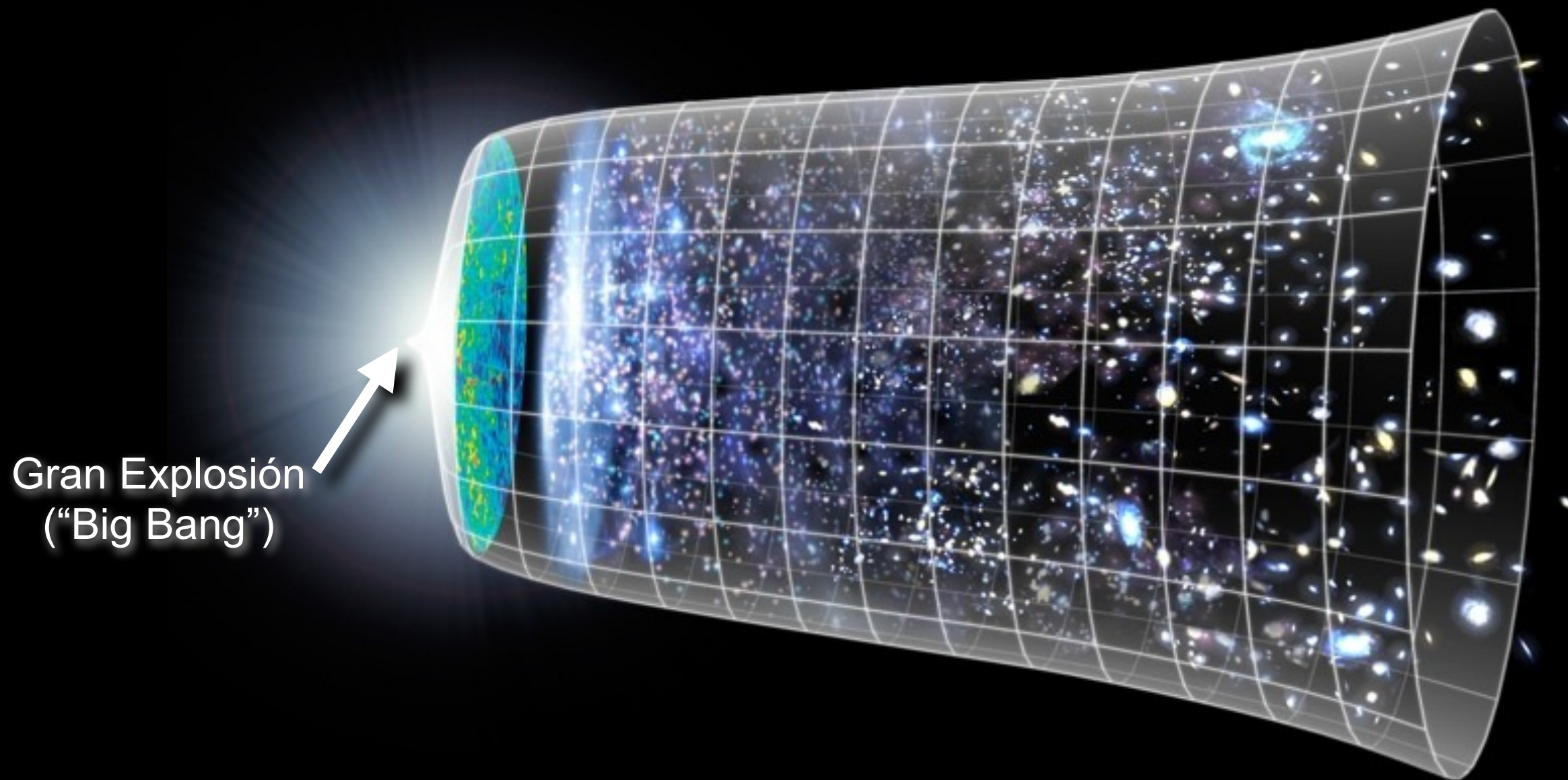




instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia



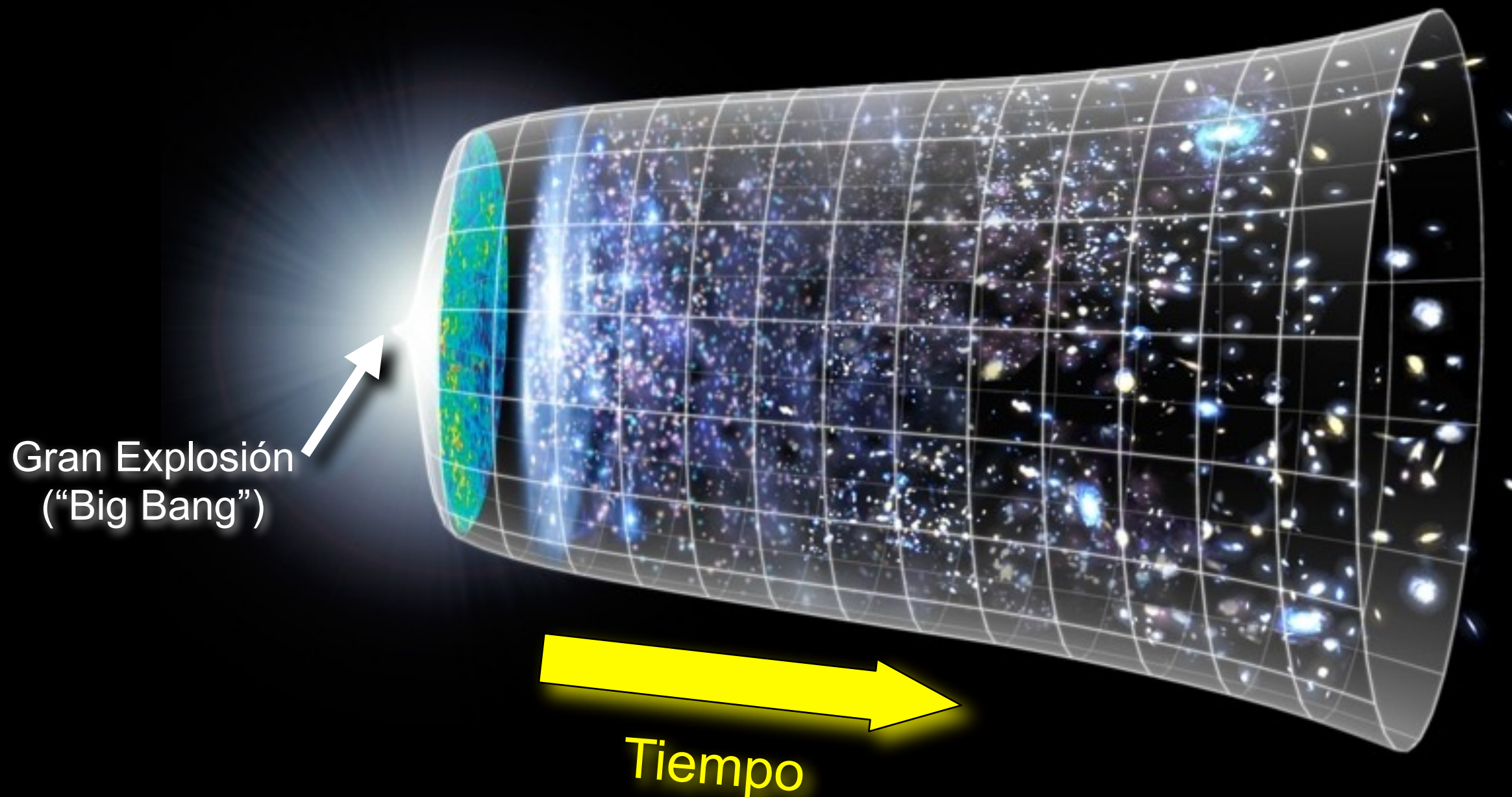
Gran Explosión
("Big Bang")



instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia



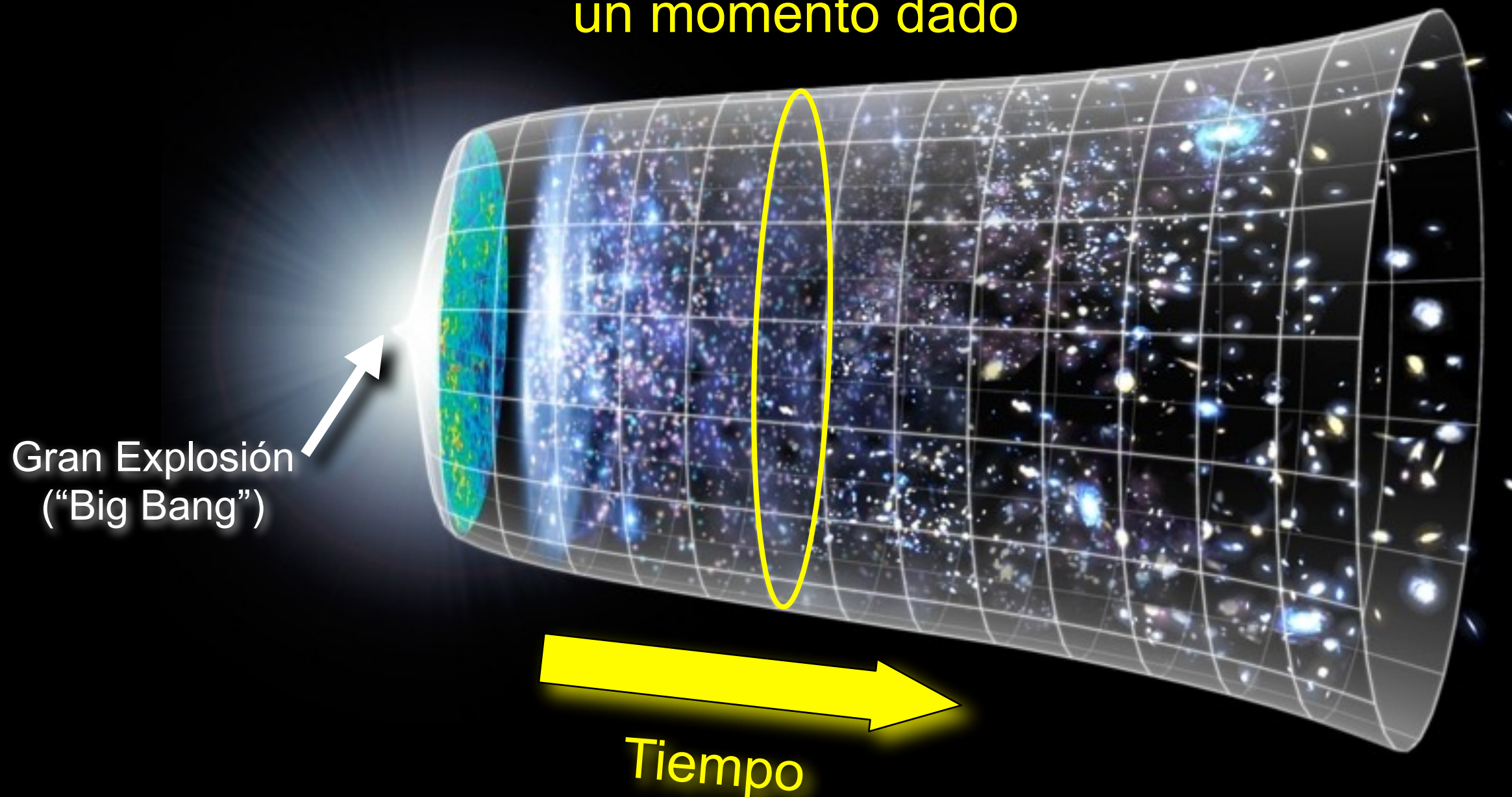


instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia

Cada rebanada
es el Universo en
un momento dado



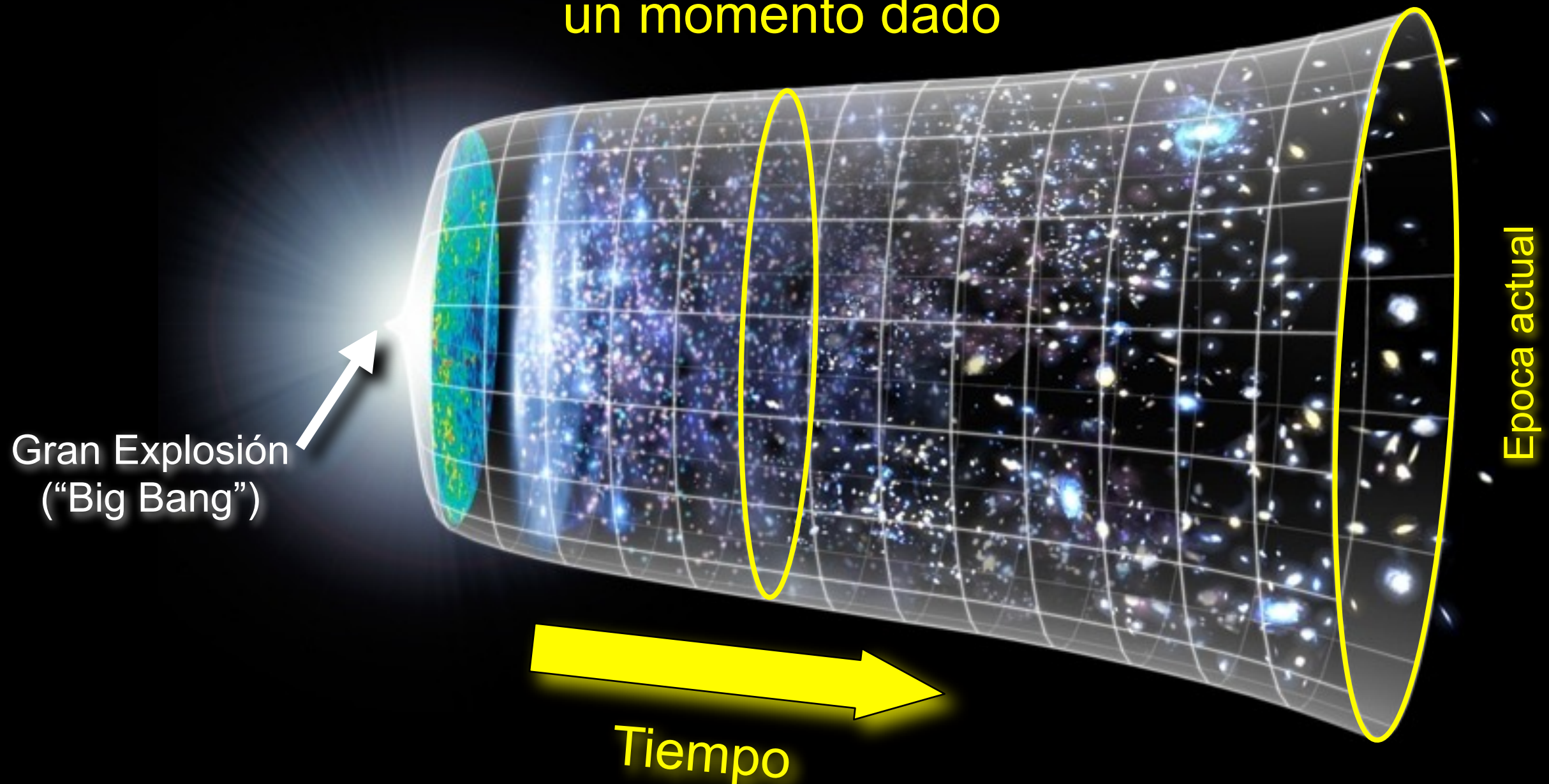


instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia

Cada rebanada
es el Universo en
un momento dado





instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia

Gran Explosión
("Big Bang")

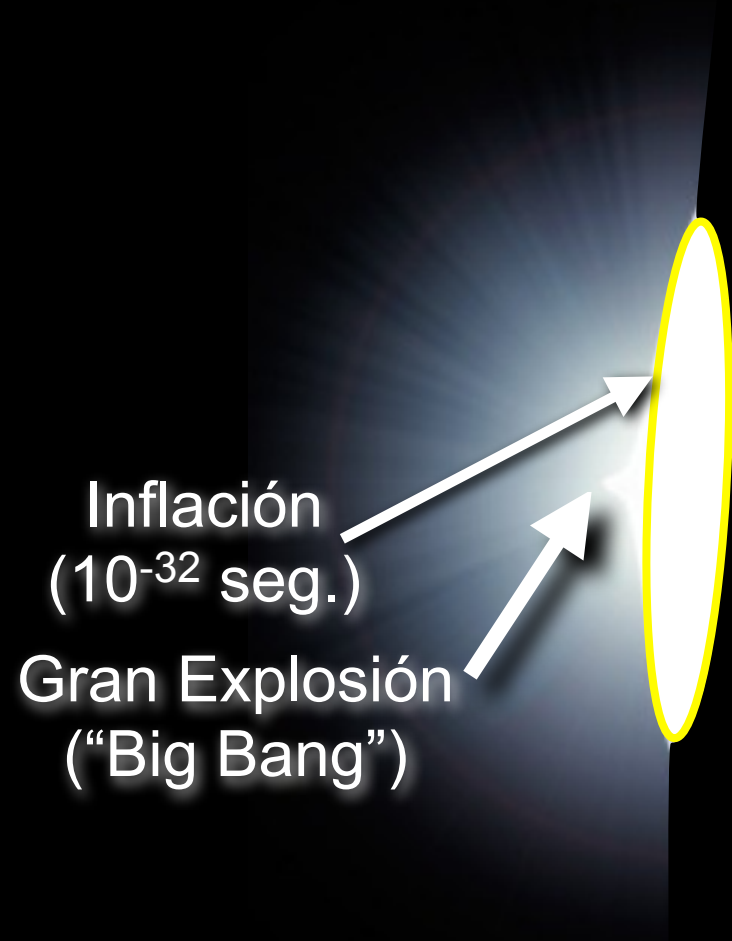




instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia

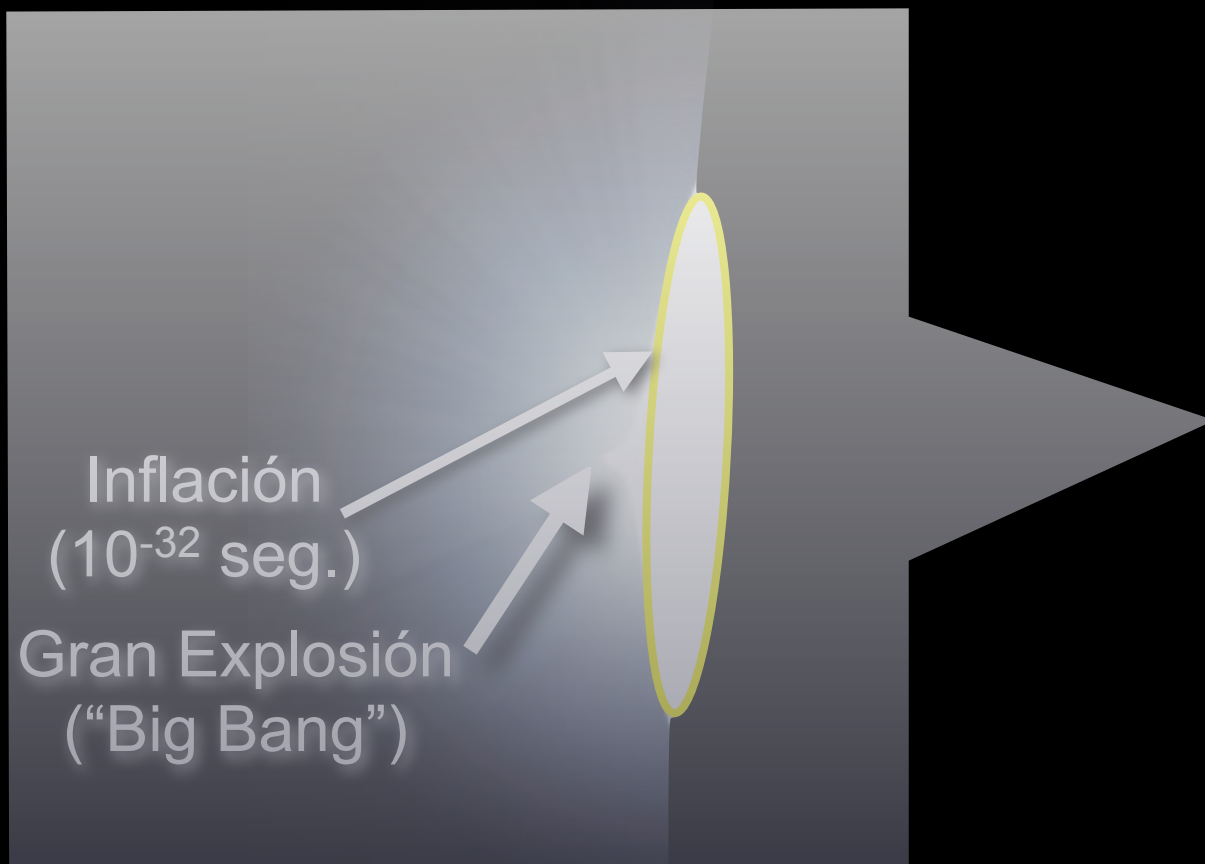




instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia (?)



Todo lo que ocurrió en esta fase inicial es todavía muy especulativo: mas allá de la física que se ha podido probar en laboratorio (hasta le fecha de hoy :)



instituto de astronomía

UNAM

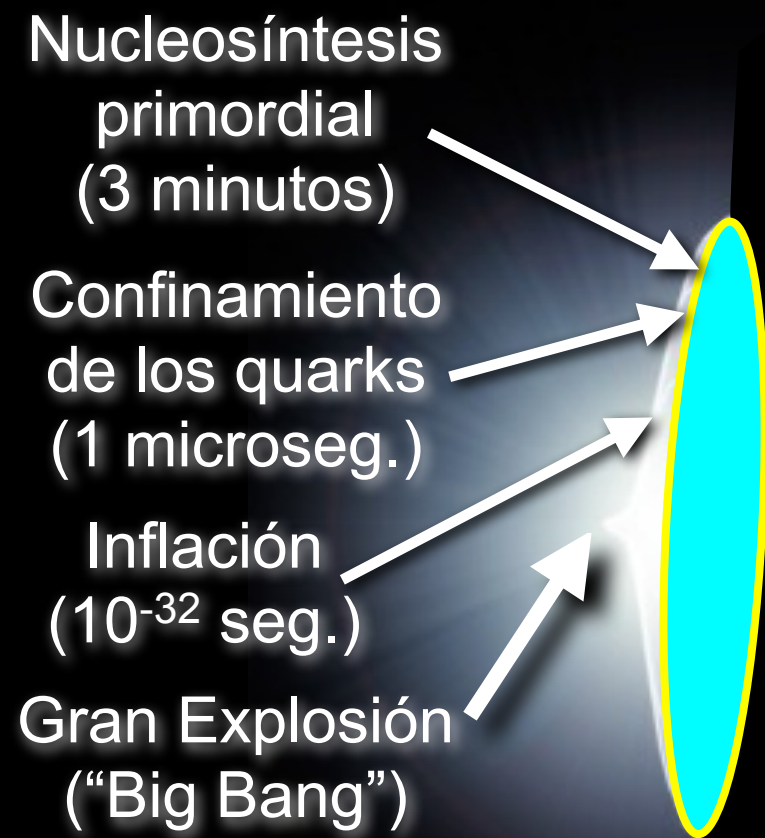
La Gran Historia

Confinamiento
de los quarks
(1 microseg.)

Inflación
(10^{-32} seg.)

Gran Explosión
("Big Bang")







instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia

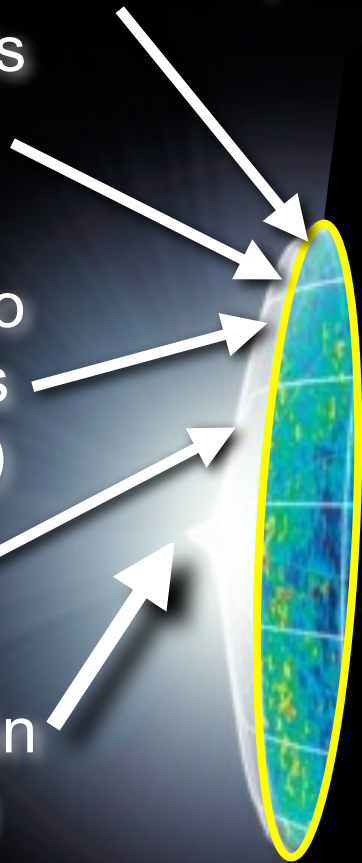
Formación del Fondo
de Radiación Cósmica
(400 mil años)

Nucleosíntesis
primordial
(3 minutos)

Confinamiento
de los quarks
(1 microseg.)

Inflación
(10^{-32} seg.)

Gran Explosión
("Big Bang")

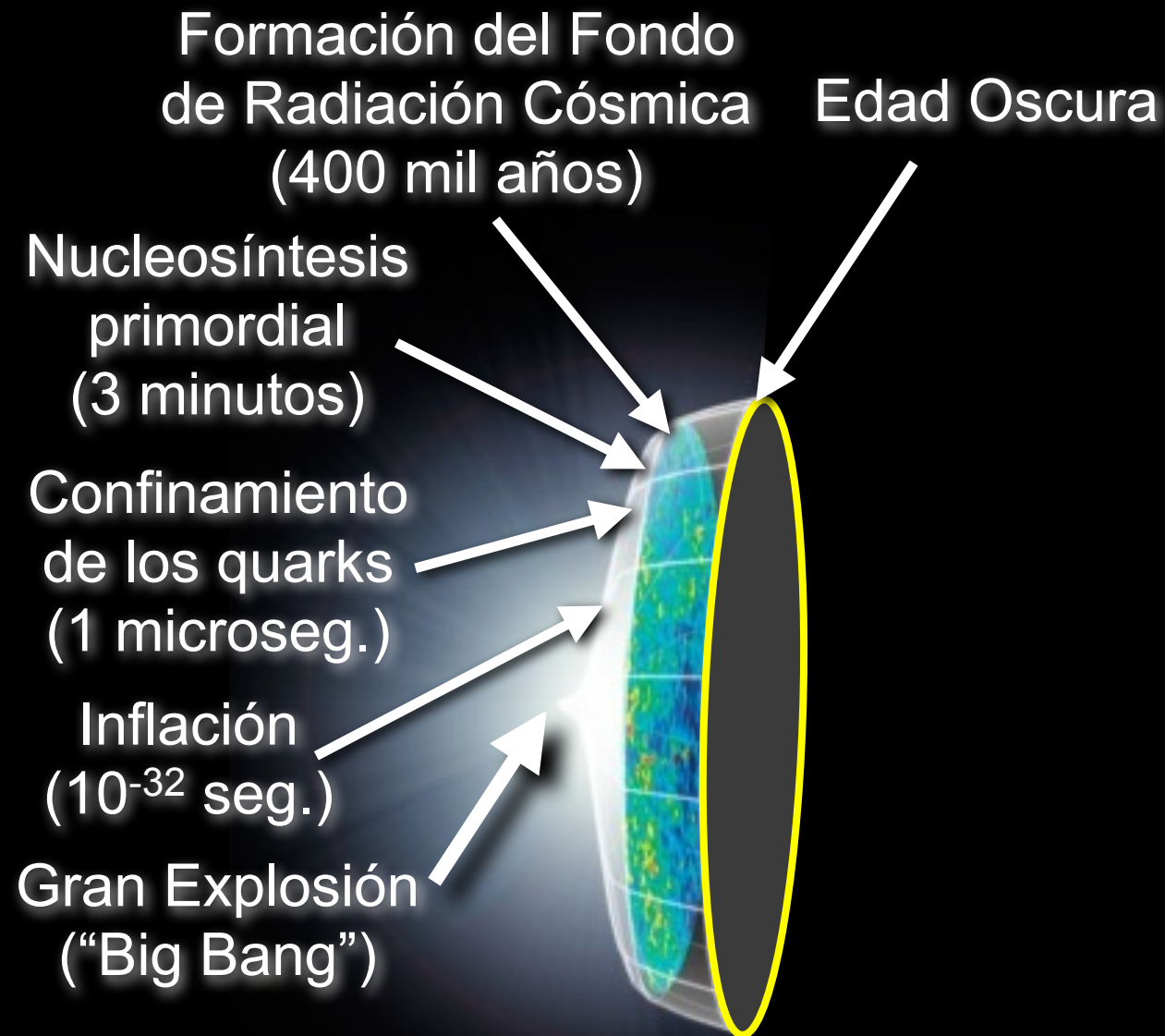




instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia

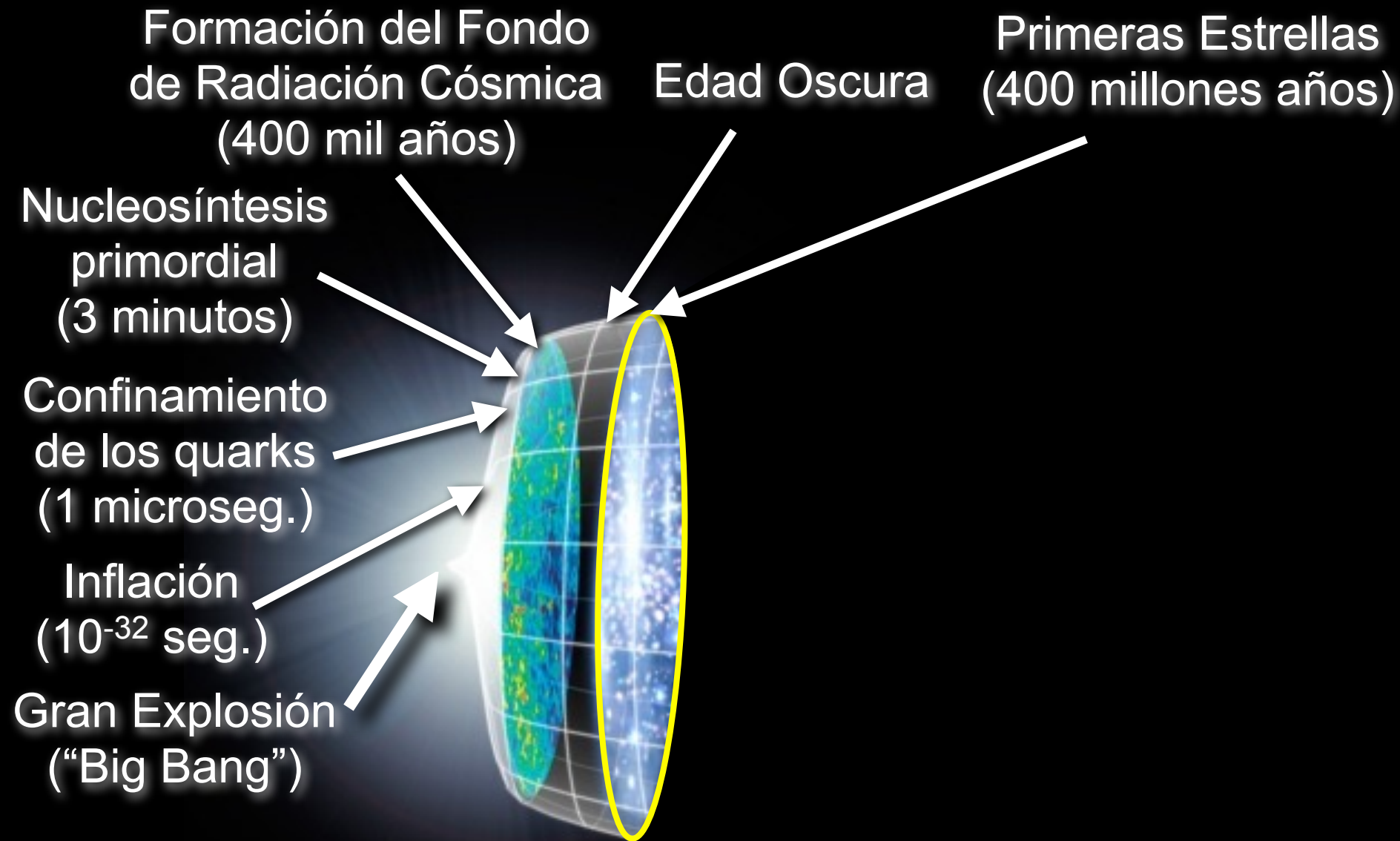




instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia

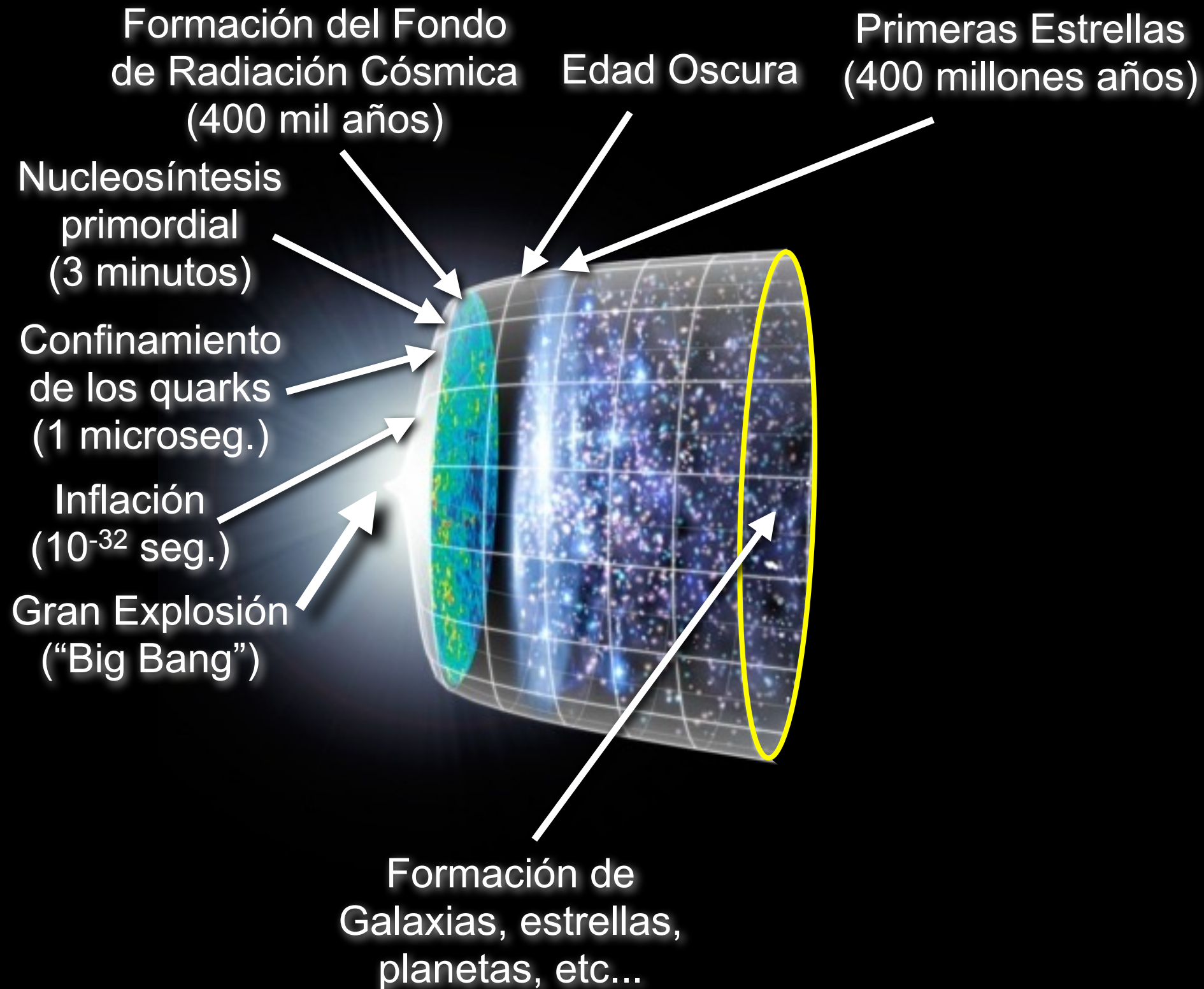




instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia

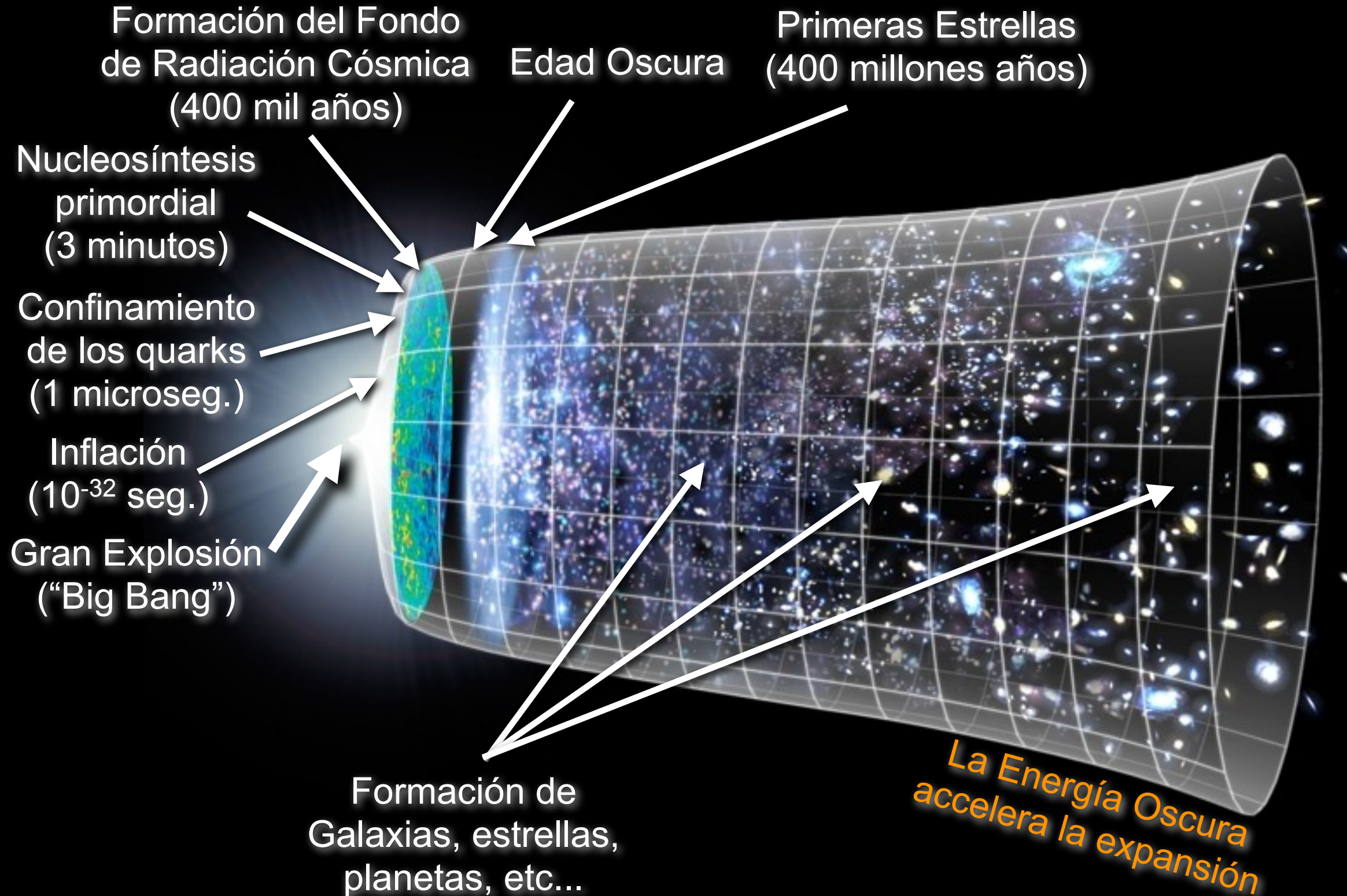




instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia

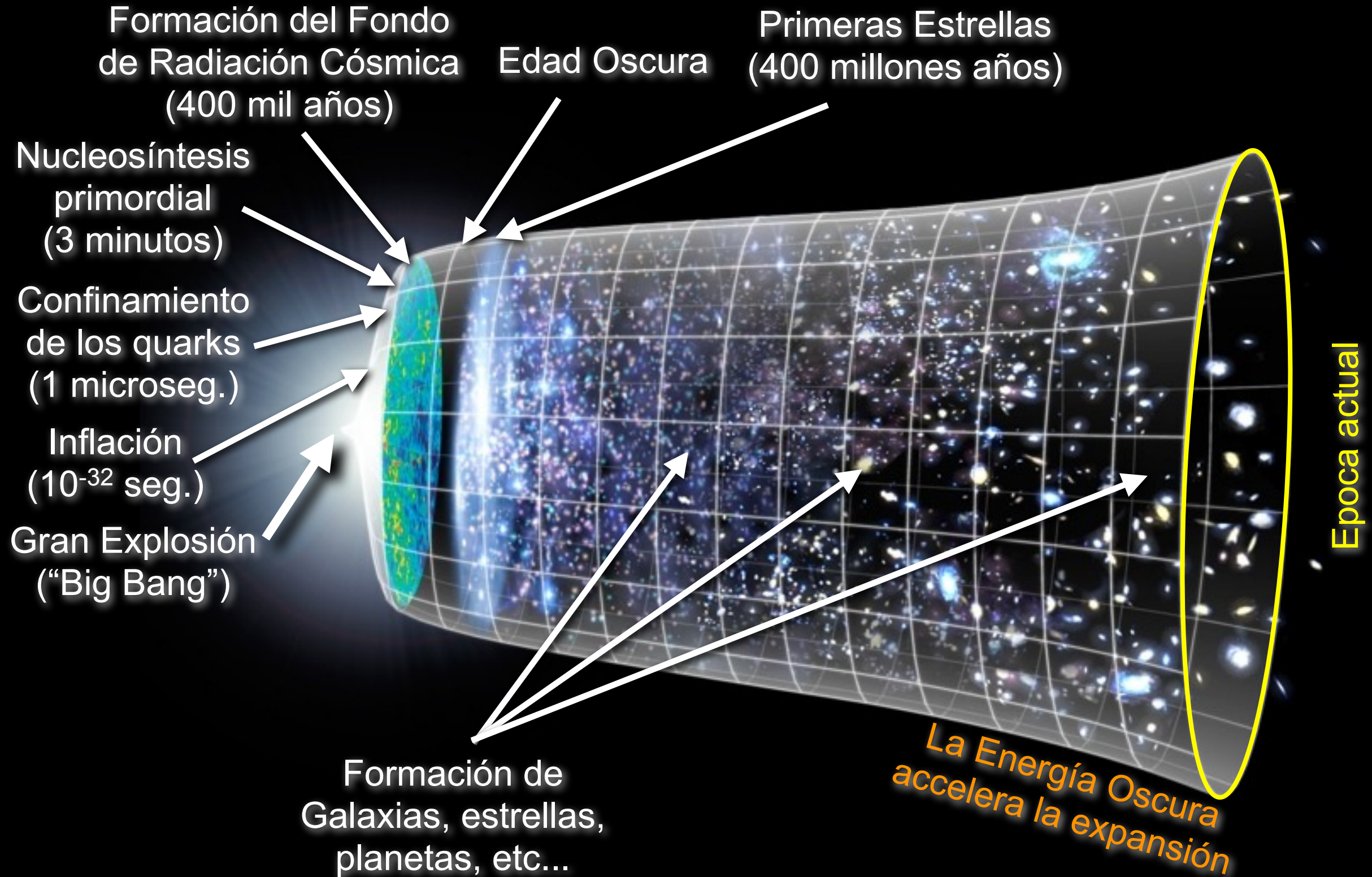




instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia



FORMACIÓN DE LOS BARIONES



instituto de astronomía

UNAM

La Gran Historia

Confinamiento
de los quarks
(1 microseg.)

Inflación
(10^{-32} seg.)

Gran Explosión
("Big Bang")



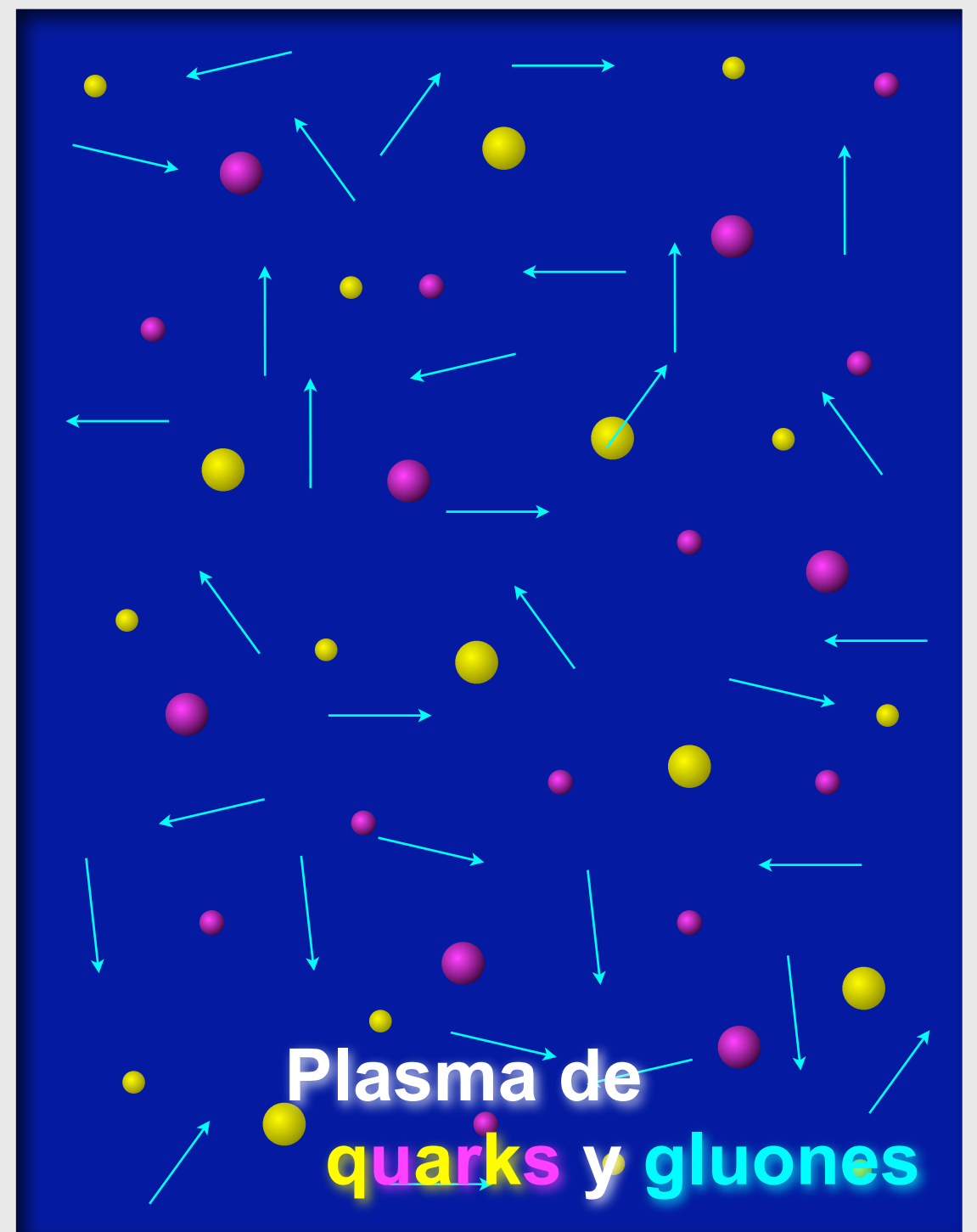
El Plasma de Quarks y Gluones

Gas (plasma) de
neutrones y protones



Muy alta T

Plasma de
quarks y gluones





instituto de astronomía

UNAM

El Confinamiento de los Quarks

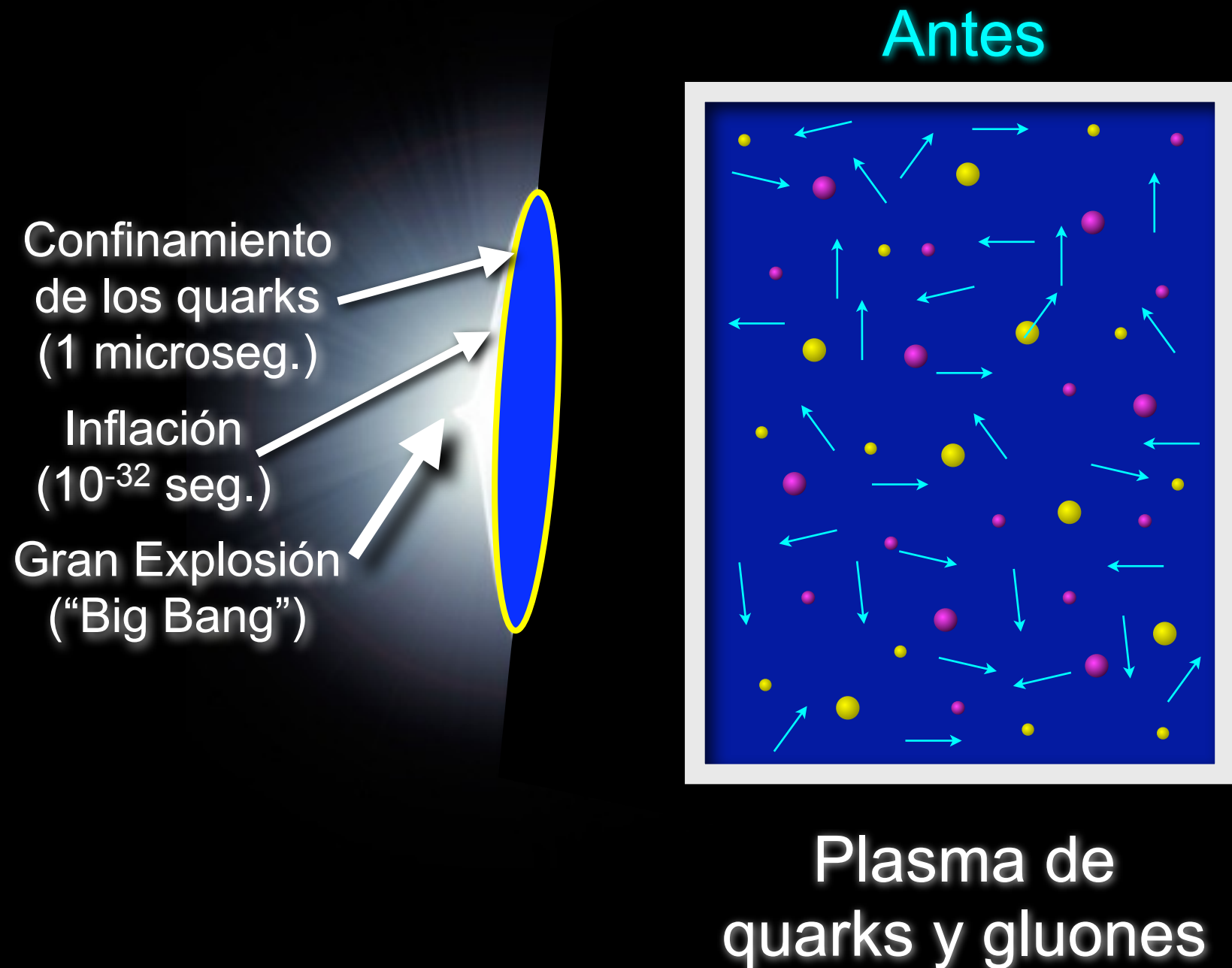
Confinamiento
de los quarks
(1 microseg.)

Inflación
(10^{-32} seg.)

Gran Explosión
("Big Bang")



El Confinamiento de los Quarks

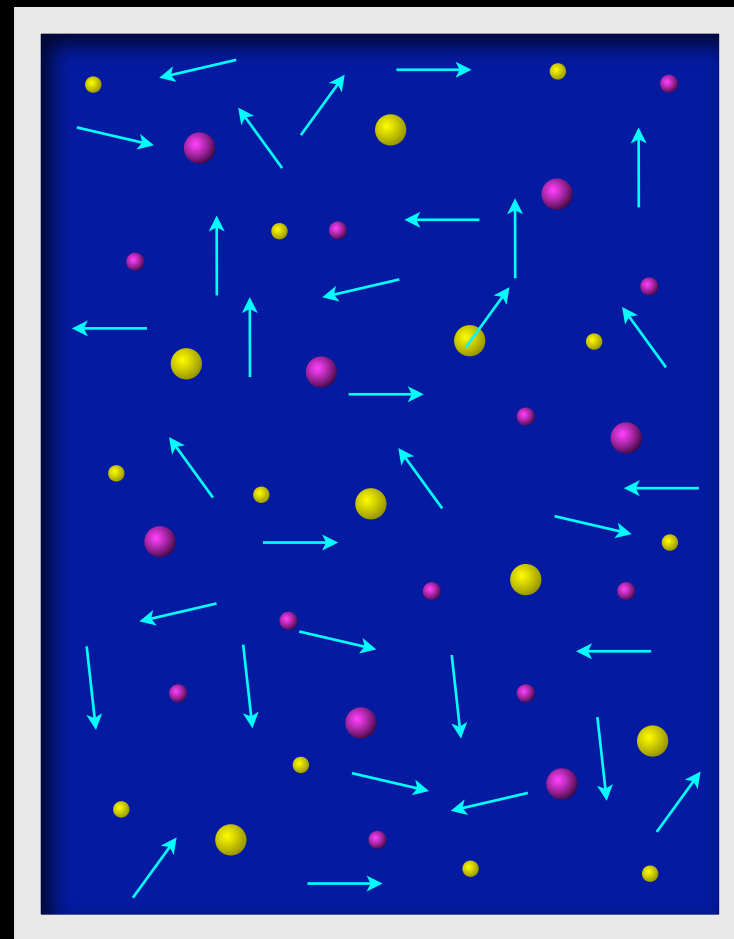


El Confinamiento de los Quarks

Confinamiento de los quarks
(1 microseg.)
Inflación
(10^{-32} seg.)
Gran Explosión
("Big Bang")

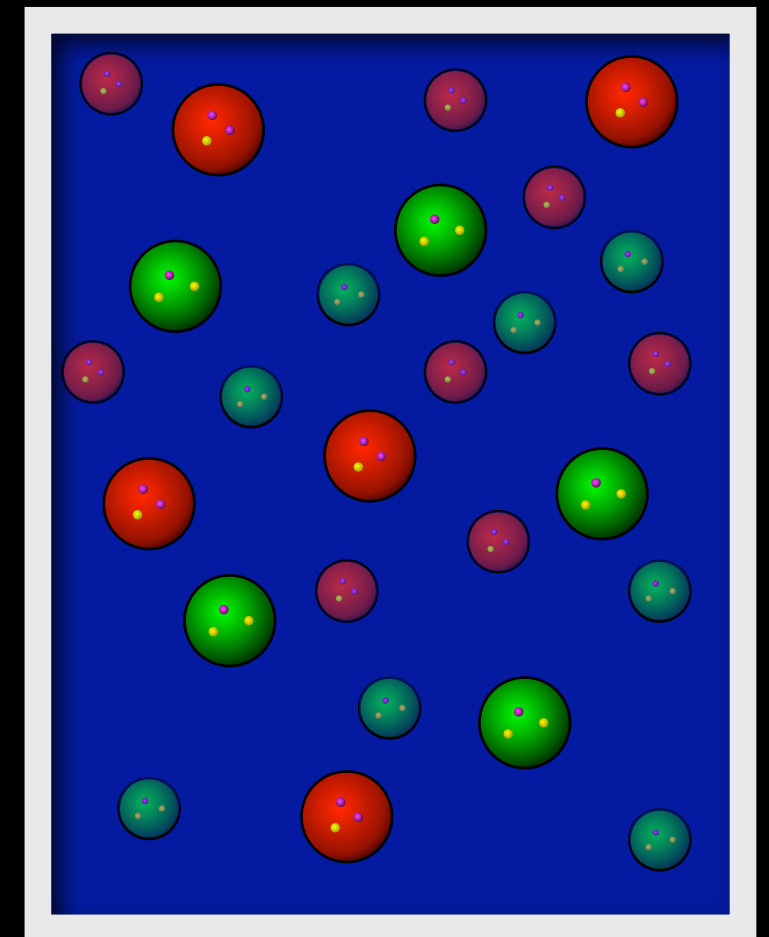


Antes



Plasma de
quarks y gluones

Después



Plasma de
protones, neutrones
y otros bariones

Hadrones: Bariones y Mesones

Bariones

Δ	1650	uuu uud udd ddd
Δ	1256	uuu uud udd ddd
N	1520	uud udd
N	1470	uud udd
Ω^-	1672.2	sss
Ξ^0	1314.7	uss
Ξ^-	1321.3	dss
Σ^+	1189.4	uus
Σ^0	1192.5	uds
Σ^-	1197.3	dds
Λ	1115.60	uds
n	939.57	udd
p	938.28	uud

Hadrones:
partículas hechas
de quarks y/o
anti-quarks

Bariones:
3 quarks
(anti-bariones:
3 anti-quarks)

Mesones:
quark+anti-quark

Mesones

ω	783	$(d\bar{d}+u\bar{u})/\sqrt{2}$
ρ^\pm	775	$u\bar{d}$ $d\bar{u}$
ρ^0	775	$(d\bar{d}-u\bar{u})/\sqrt{2}$
K^\pm	493.7	$u\bar{s}$ $s\bar{u}$
$K^0 \bar{K}^0$	497.7	$d\bar{s}$ $s\bar{d}$
η	548.8	$(d\bar{d}+u\bar{u})/\sqrt{2}$
π^\pm	139.6	$u\bar{d}$ $d\bar{u}$
π^0	134.9	$(d\bar{d}-u\bar{u})/\sqrt{2}$



Vidas medias de los hadrones

Vidas medias

Bariones

Δ	1650	uuu uud udd ddd
Δ	1256	uuu uud udd ddd
N	1520	uud udd
N	1470	uud udd
Ω^-	1672.2	sss
Ξ^0	1314.7	uss
Ξ^-	1321.3	dss
Σ^+	1189.4	uus
Σ^0	1192.5	uds
Σ^-	1197.3	dds
Λ	1115.60	uds
n	939.57	udd
p	938.28	uud

$5.5 \cdot 10^{-12}$ s

$5.5 \cdot 10^{-12}$ s

$0.8 \cdot 10^{-10}$ s

$2.9 \cdot 10^{-10}$ s

$1.6 \cdot 10^{-10}$ s

$0.8 \cdot 10^{-10}$ s

$7.4 \cdot 10^{-20}$ s

$1.5 \cdot 10^{-10}$ s

$2.6 \cdot 10^{-10}$ s

15 min.

ESTABLE

$1.1 \cdot 10^{-18}$ s

$9.7 \cdot 10^{-19}$ s

$1.2 \cdot 10^{-8}$ s

$5.2 \cdot 10^{-8}$ s

$5.5 \cdot 10^{-19}$ s

$2.6 \cdot 10^{-8}$ s

$8.4 \cdot 10^{-17}$ s

Mesones

ω	783	$(d\bar{d}+u\bar{u})/\sqrt{2}$
ρ^\pm	775	$u\bar{d} \quad d\bar{u}$
ρ^0	775	$(d\bar{d}-u\bar{u})/\sqrt{2}$
K^\pm	493.7	$u\bar{s} \quad s\bar{u}$
$K^0 \bar{K}^0$	497.7	$d\bar{s} \quad s\bar{d}$
η	548.8	$(d\bar{d}+u\bar{u})/\sqrt{2}$
π^\pm	139.6	$u\bar{d} \quad d\bar{u}$
π^0	134.9	$(d\bar{d}-u\bar{u})/\sqrt{2}$



Vidas medias de los hadrones

Bariones

Δ	1650	uuu uud udd ddd
Δ	1256	uuu uud udd ddd
N	1520	uud udd
N	1470	uud udd
Ω^-	1672.2	sss
Ξ^0	1314.7	uss
Ξ^-	1321.3	dss
Σ^+	1189.4	uus
Σ^0	1192.5	uds
Σ^-	1197.3	dds
Λ	1115.60	uds
n	939.57	udd
p	938.28	uud

CONCLUSION:

en muy poco tiempo todos van a decaer y solo sobreviven protones y neutrons (y estos sólo 15 min.)

Ξ^0	$2.9 \cdot 10^{-10}$ s	$1.2 \cdot 10^{-8}$ s
Ξ^-	$1.6 \cdot 10^{-10}$ s	$5.2 \cdot 10^{-8}$ s
Σ^+	$0.8 \cdot 10^{-10}$ s	
Σ^0	$7.4 \cdot 10^{-20}$ s	$5.5 \cdot 10^{-19}$ s
Σ^-	$1.5 \cdot 10^{-10}$ s	
Λ	$2.6 \cdot 10^{-10}$ s	$2.6 \cdot 10^{-8}$ s
		$8.4 \cdot 10^{-17}$ s

15 min.
ESTABLE

Mesones

ω	783	$(d\bar{d}+u\bar{u})/\sqrt{2}$
ρ^\pm	775	$u\bar{d} \quad d\bar{u}$
ρ^0	775	$(d\bar{d}-u\bar{u})/\sqrt{2}$
K^\pm	493.7	$u\bar{s} \quad s\bar{u}$
$K^0 \bar{K}^0$	497.7	$d\bar{s} \quad s\bar{d}$
η	548.8	$(d\bar{d}+u\bar{u})/\sqrt{2}$
π^\pm	139.6	$u\bar{d} \quad d\bar{u}$
π^0	134.9	$(d\bar{d}-u\bar{u})/\sqrt{2}$



Title								

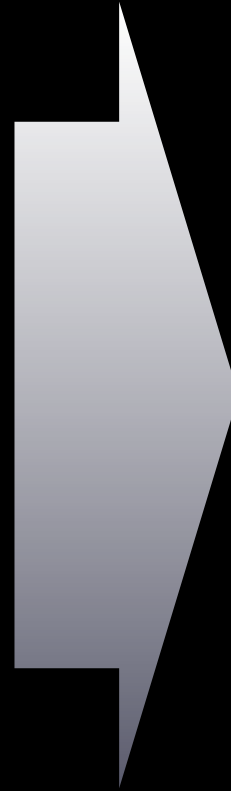
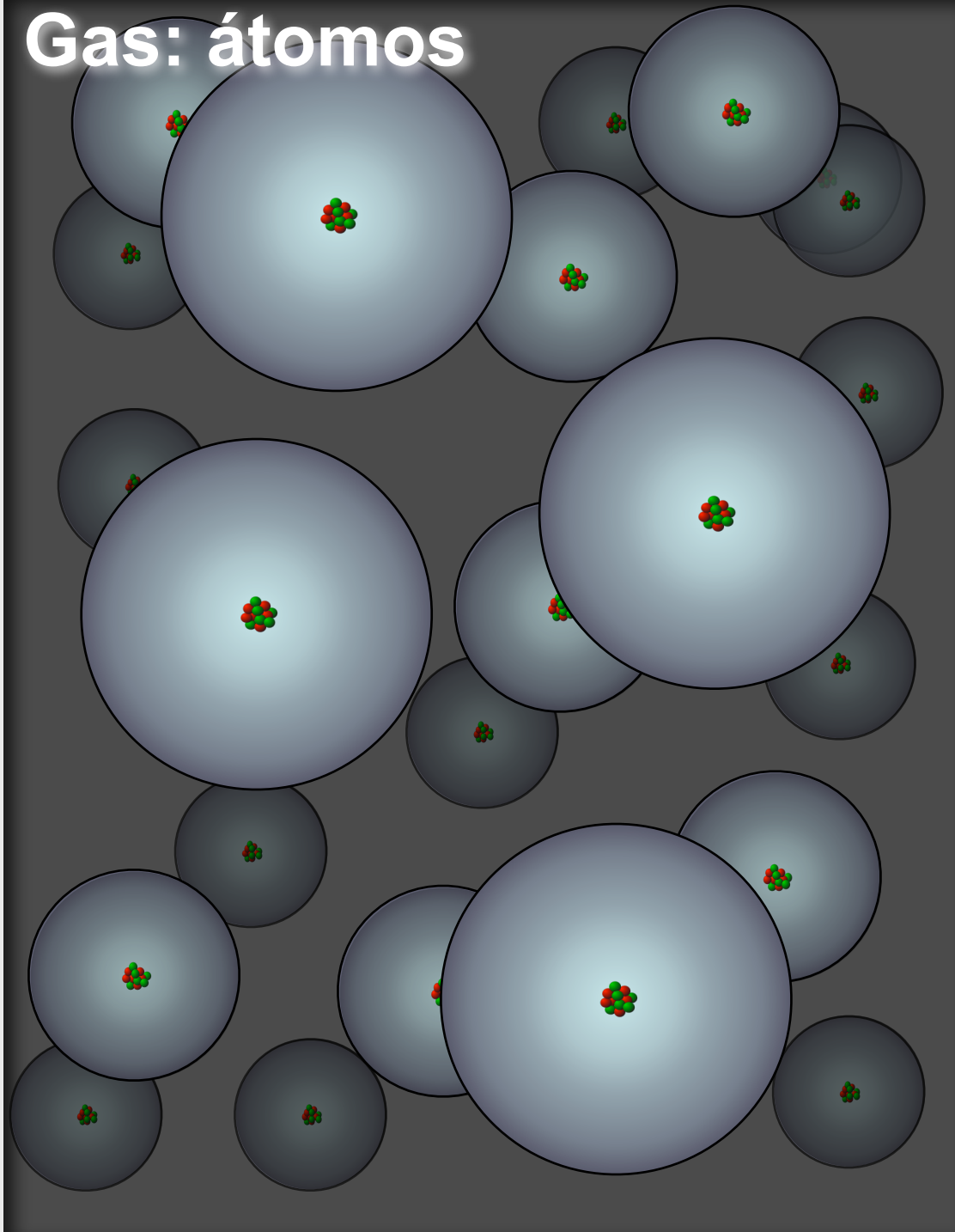
1. TITLE	21.Text
2. Programa	22.x
3.x	23.x
4.x	24.x
5.x	25.x
6.x	26.x
7.x	27.x
8.x	28.x
9.x	29.x
10.x	30.x
11.x	31.x
12.x	32.x
13.x	33.x
14.x	34.x
15.x	35.x
16.x	36.x
17.x	37.x
18.x	38.x
19.x	39.x
20.x	40.x

TEMAS a TRATAR:

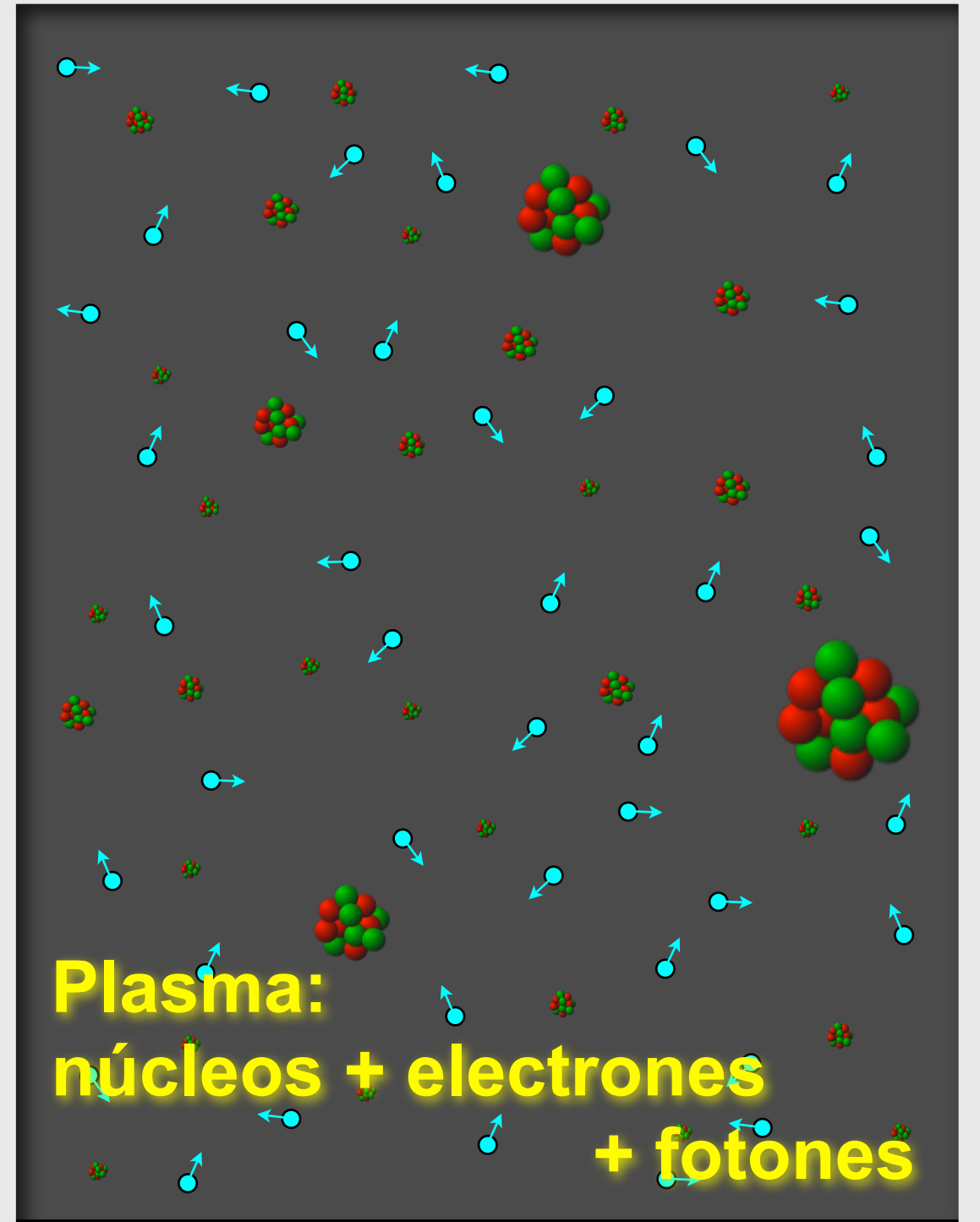
- I. Materia y Fuerzas
- II. Formas y Estados de la Materia
- III. Big Bang: confinamiento de los quarks
- IV. Nucleos, nucleosíntesis primordial
- V. Big bang: nucleosíntesis primordial
- VI. Nucleosíntesis estelar
- VII. Supernovas
- VIII. Formación de elementos pesados
- IX. Estrellas de neutrones
- X. Hoyos negros

Plasma: el cuarto estado de la materia

Gas: átomos



**Plasma:
núcleos + electrones
+ fotones**





instituto de astronomía

UNAM

TIPS

CHROME TITLES:

Best looking font is: Century Gothic !

Here I used Apple Gothic

Make title with gimp using script-fu > logos > chrome

Make "Background" and "Drop Shadow" layers invisible and export as gif

Add shadow from Keynote: Offset=5 Blur=5 Opacity=75% Angle=315

