

"Quand les diagrammes de Feynman arrivèrent,
ce fut comme si le soleil perçait à travers les nuages
avec arc en ciel et coffre plein d'or"
James D. Bjorken Théoricien à Stanford

Cromodinàmica quàntica

La utilització simbòlica dels colors facilita la representació de les propietats difícils de visualitzar.
En el codi de colors de les resistències, s'associa a cada color un nombre.

Negre	0
Marró	1
Vermell	2
Taronja	3
Groc	4
Verd	5
Blau	6
Violeta	7
Gris	8
Blanc	9



El valor d'una resistència d'electrònica s'indica amb un conjunt de cercles de color. (seria molt poc pràctic escriure en nombres aquest valor en un cilindre tan petit com el d'una resistència).

 Quin és el valor de la resistència adjunta?



També s'utilitzen els colors en la física de les partícules elementals. Això s'anomena la cromodinàmica quàntica.

El nucli de l'àtom:

-  Quins són els dos components del nucli de l'àtom?
-  Quina és la seva diferència fonamental?

Els Components dels Components:

Actualment s'admet que els dos components estan formats de **quarks**. Es dona un extracte de les propietats en la taula següent. Es consideren únicament els quarks més lleugers (2 quarks dels 6 existents):

Nom :	Notació :	Càrrega elèctrica en fracció de la càrrega elemental (càrrega del protó)
Quark up	u	+2/3
Quark down	d	-1/3

Ja que cada partícula té la seva antipartícula, existeixen també dos antiquarks:

Nom :	Notació :	Càrrega elèctrica en fracció de la càrrega elemental (càrrega del protó)
Antiquark up	\bar{u}	-2/3
Antiquark down	\bar{d}	+1/3

 En què es diferencien un quark del seu antiquark?

Els components dels nuclis no poden pertànyer a l'antimatèria, són doncs una associació dels quarks de la primera taula.

Completa la taula següent que representa les associacions de quarks **u** i **d** i reconeix els components fonamentals del nucli:

	uu	ud	dd	uud	uuu	udd	ddd
Càrrega							

El neutró és l'associació dels quarks:...

El protó és l'associació dels quarks:...

La interacció forta:

En un nucli, no hi ha només un protó i/o només un neutró.



El nucli de ferro particularment estable té com a representació simbòlica:



Quants protons té? Quants neutrons? Quarks u?

Els nombrosos protons es repulsen entre ells (repulsió electrònica). Per què no esclata el nucli?

La força que manté lligats el protó i el neutró en el nucli és la **interacció forta**. Aquesta s'oposa a la repulsió electrostàtica. El seu radi d'acció és aproximadament el del radi del nucli 10^{-15} m. Aquesta força és responsable del confinament dels neutrons i protons en el nucli. La seva intensitat és considerable i dominaria totes les altres forces de la natura si el seu radi d'acció no fos tan petit.

La repulsió electrostàtica s'aplica sobre els protons amb càrrega. La interacció forta s'aplica entre els quarks que constitueixen aquests nuclis.

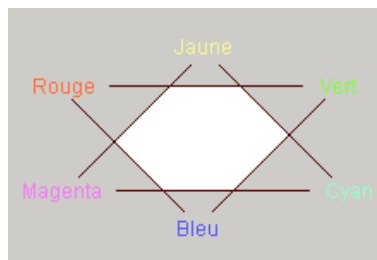
Partícula	Propietats	Interacció
Protó	Càrrega	Repulsió elèctrica
quark	???	Interacció forta

La propietat representada per ??? en la taula, és el **color** d'un quark.

És un color simbòlic.

Vermell, **Verd**, **Blau** són les colors des quarks.

Groc, **Cian**, **Magenta** (colors complementaris dels precedents) són els colors dels antiquarks.



Les partícules obtingudes per la combinació de quarks sensibles a la interacció forta han de tenir un color **blanc**.



Completeu la taula següent, per ajudar-vos disposeu de "mixer.htm":

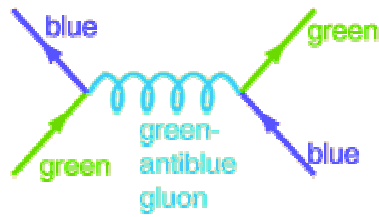
Combinació	udd	udd	uud	uud	udd	udd	uud	udd
color								



Quines combinacions de les de la taula corresponen al protó, al neutró?

Dos quarks que estiguin suficientment pròxims i doncs en situació d'interacció forta, intercanvien un **gluó** que té la doble propietat d'associar el color i el seu anticolor. Intercanviant un gluó els dos quarks intercanvien el seu color.

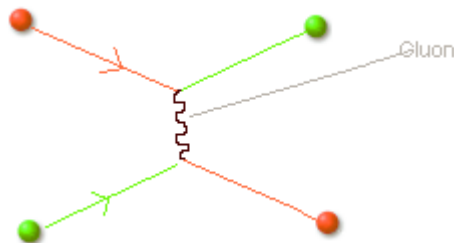
El diagrama de Feynman següent dona una representació simbòlica.



Feynman diagram for an interaction between quarks generated by a gluon.

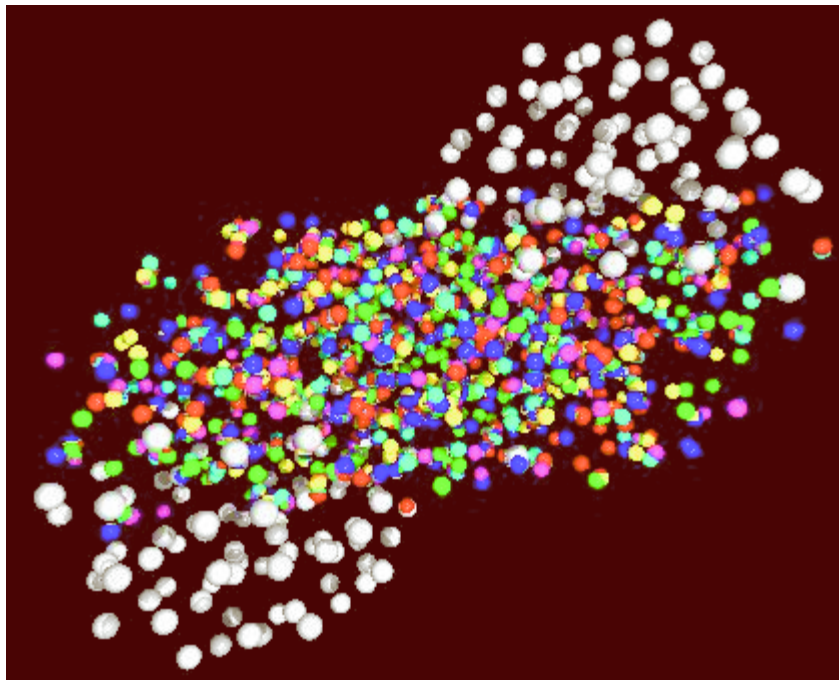
El quark **verd** de baix a l'esquerra emet un gluó **verd-groc** (antiblaü) que s'intercanvia amb el quark **blau** a baix a la dreta. Aquest es torna **verd** (verd+groc+blau=verd). El quark **verd** es torna **blau**.

 Completeu el diagrama de Feynman següent indicant el color-anticolor del gluó.



Els gluons "encolen" els quarks entre ells a l'interior d'un protó o d'un neutró. "Fugides" de gluons encolen els quarks que pertanyen a dos nucleons veïns. És per això que els protons (i neutrons) queden lligats a l'interior del nucli malgrat la repulsió electrònica.

Una col·lisió entre dos nuclis de plom *en una simulació per ordinador* fa aparèixer nucleons en blanc, gluons en gris i quarks i antiquarks en diferents colors.



Source Université de Frankfurt

http://www.th.physik.uni-frankfurt.de/~scherer/vortrag/HHLR/talk_11.html

Material: un ordinador, gomets, una resistència de 47 kΩ