

MODELO DE GLAUBER

XITZEL SÁNCHEZ CASTRO

Glauber Modeling in High-Energy Nuclear collisions

Ann. Rev. Nucl. Part. Sci. 2007, 57: 205-243

Michael L. Miller, Klaus Reygers, Stephen J. Sanders and Peter

Steinberg

El **Modelo de Glauber** describe las colisiones entre iones tomando en cuenta la geometría de la colisión.

- Colisión nucleo-nucleo como composición de colisiones binarias nucleón-nucleón.

1) Aproximación óptica.

2) Aproximación Monte Carlo.

MODELO ÓPTICO DE GLAUBER

- Hay una distribución continua de la densidad de carga.
- Se asume que el tamaño del núcleo es mayor que el alcance de la fuerza nucleón-nucleón.
- No hay efectos nucleares como el Shadowing, Jet Quenching.

APROXIMACIÓN DE MONTE CARLO

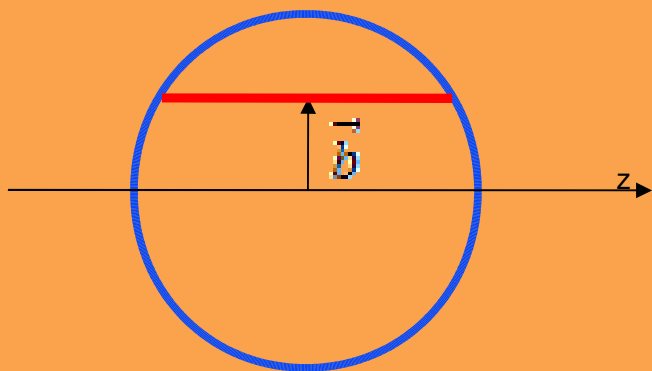
- Los nucleones tienen una localización espacial específica.
- Las colisiones ocurren si la distancia entre los nucleones satisface:

$$d \leq \sqrt{\sigma_{NN}^{inel} / \pi}$$

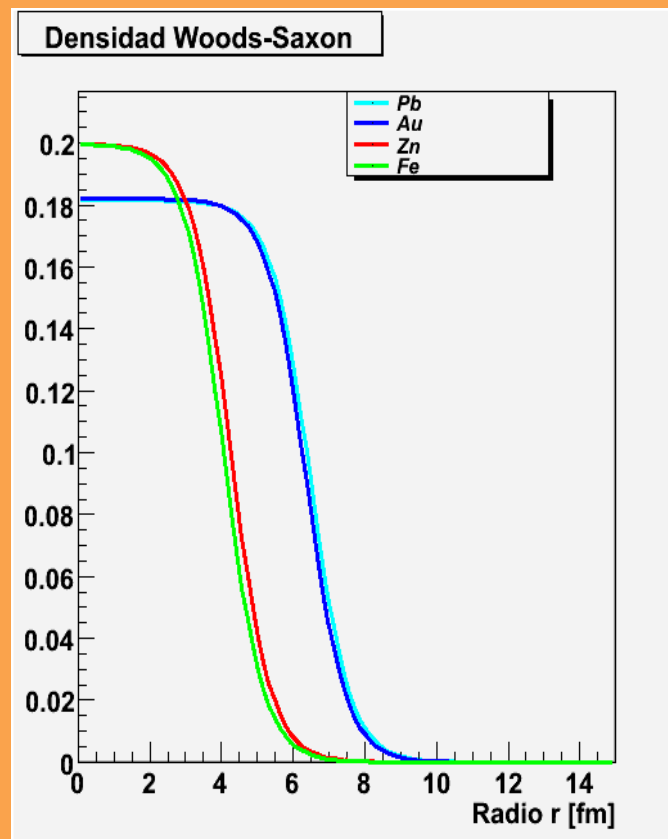
- Hay fluctuaciones de la densidad de carga local.

- Función de grosor (Thickness function)

$$T_A(b) = \int_{-\infty}^{\infty} dz n_A(\sqrt{b^2 + z^2})$$

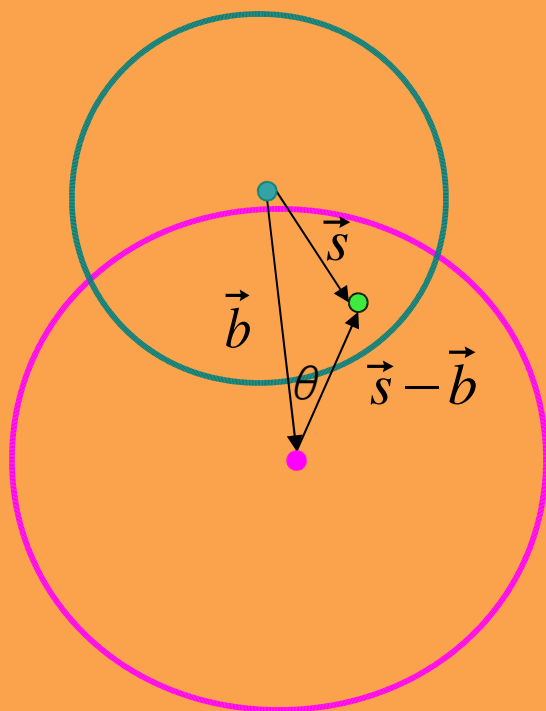


donde n_A es la distribución de Woods-Saxon.

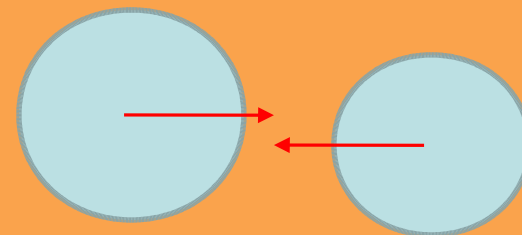


- Función de traslape (Overlap function)

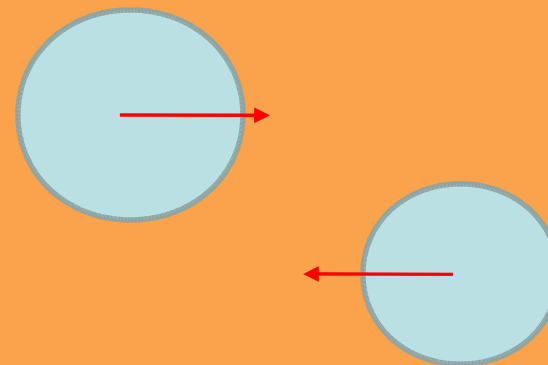
$$T_{AB}(b) = \int_{-\infty}^{\infty} d^2s T_A(s) T_B(s-b)$$



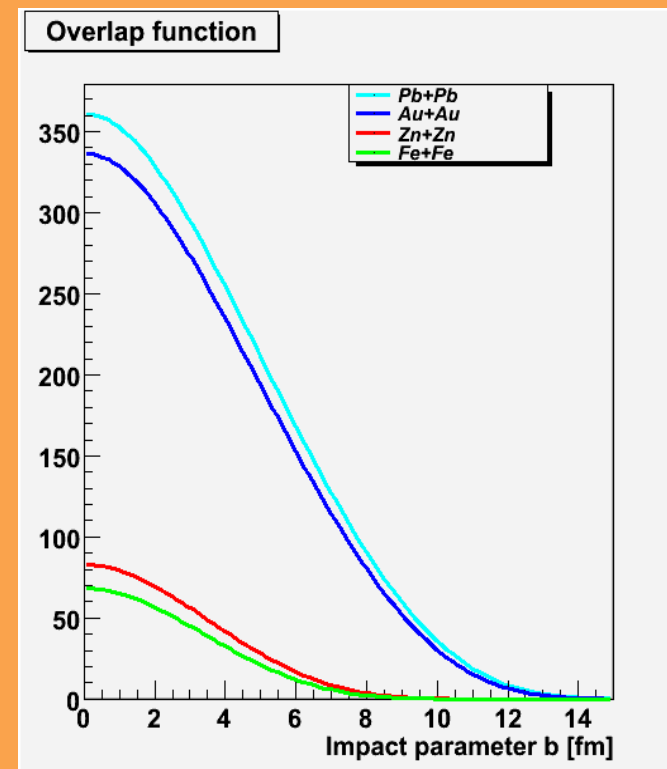
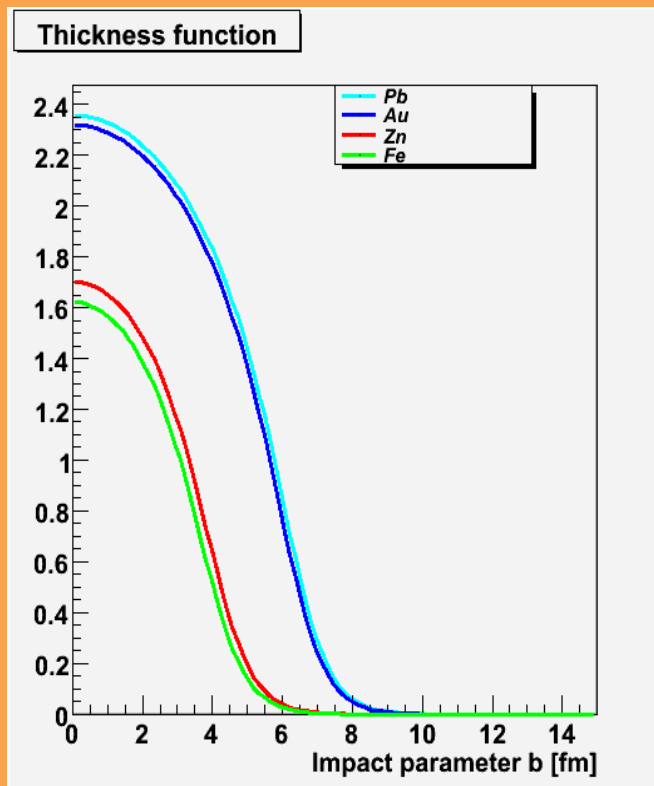
Colisiones centrales.



Colisiones periféricas.



Se obtienen las gráficas de la función de grosor $T_A(b)$ y la función de traslape $T_{AA}(b)$ para colisiones A+A.



PARAMETRO DE IMPACTO	TAA			
	Pb	Au	Fe	Zn
0.08	360.98	335.95	68.36	82.84
0.83	355.24	331.05	66.19	80.39
1.58	340.7	317.11	60.82	74.29
2.33	319.01	296.33	53.04	65.5
3.08	292.14	270.61	44.09	55.13
3.83	261.85	241.71	34.72	44.22
4.58	229.66	211.05	25.78	33.64
5.33	196.91	179.98	17.87	24.07
6.08	164.7	149.55	11.43	16.02
6.83	133.96	120.65	6.64	9.77
7.58	105.46	94.05	3.46	5.39
8.33	79.93	70.37	1.61	2.65
9.08	57.8	49.97	0.67	1.17
9.83	39.6	33.66	0.26	0.47
10.58	25.27	20.95	0.09	0.17
11.33	14.81	11.92	0.03	0.06

APLICACIONES DEL MODELO DE GLAUBER

★Cálculo de cantidades geométricas

- ★Número de colisiones
- ★Número de participantes
- ★Sección eficaz geométrica
- ★comparación entre MC y óptico

★Procesos duros

★Exectricidad y flujo elíptico

★Flujo hidrodinámico

★Supresión del J/Psi

...

...

...

Cálculo de cantidades geométricas

- Cantidades geométricas, tales como:

- Número de colisiones binarias N_{col}

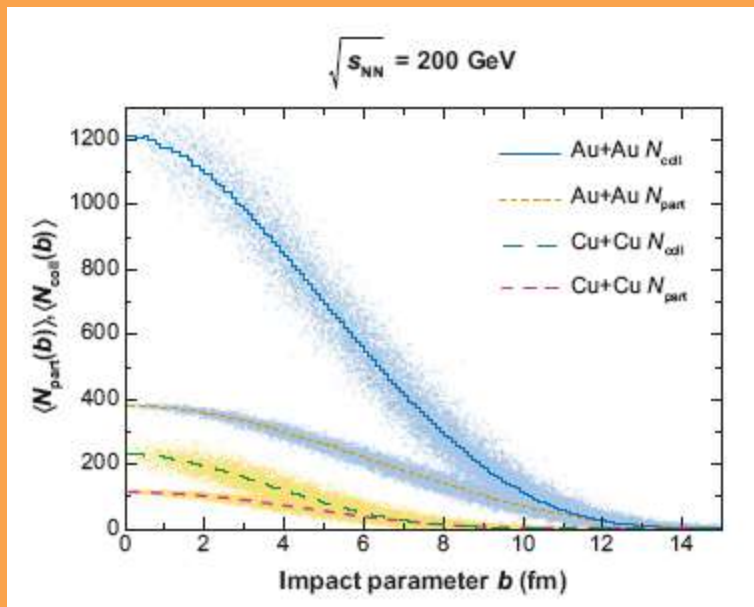
$$N_{col}(b) = \sigma_{NN}^{inel} T_{AB}(b)$$

- Número de participantes N_{part}

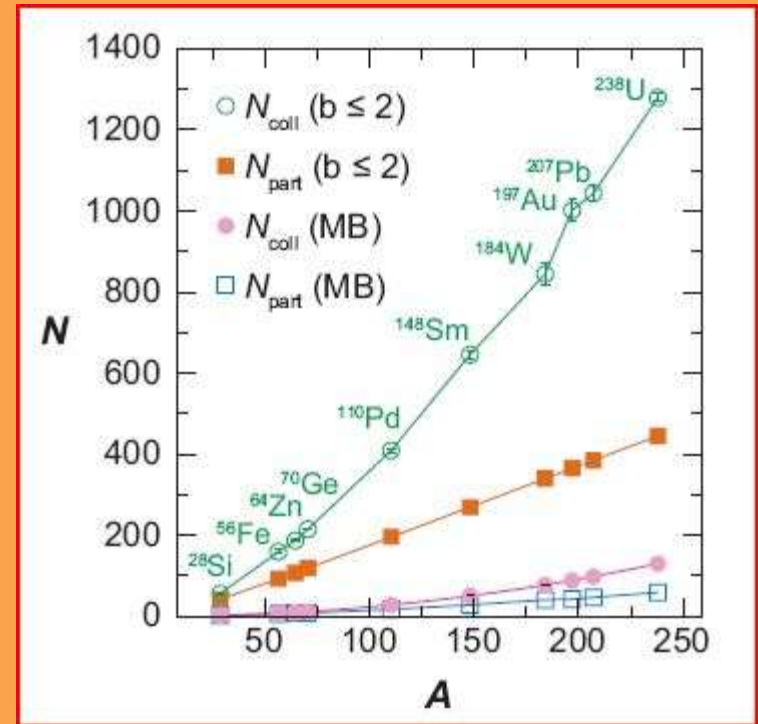
$$N_{part}(b) = \int d^2s T_A(s) \left[1 - e^{-\sigma_{NN} T_B(s-b)} \right] + \int d^2s T_B(s-b) \left[1 - e^{-\sigma_{NN} T_A(s)} \right]$$

- Sección eficaz total σ_{tot}

$$\sigma_{tot} = \int_{-\infty}^{\infty} d^2b \left[1 - e^{-\sigma_{NN} T_{AB}(s)} \right]$$



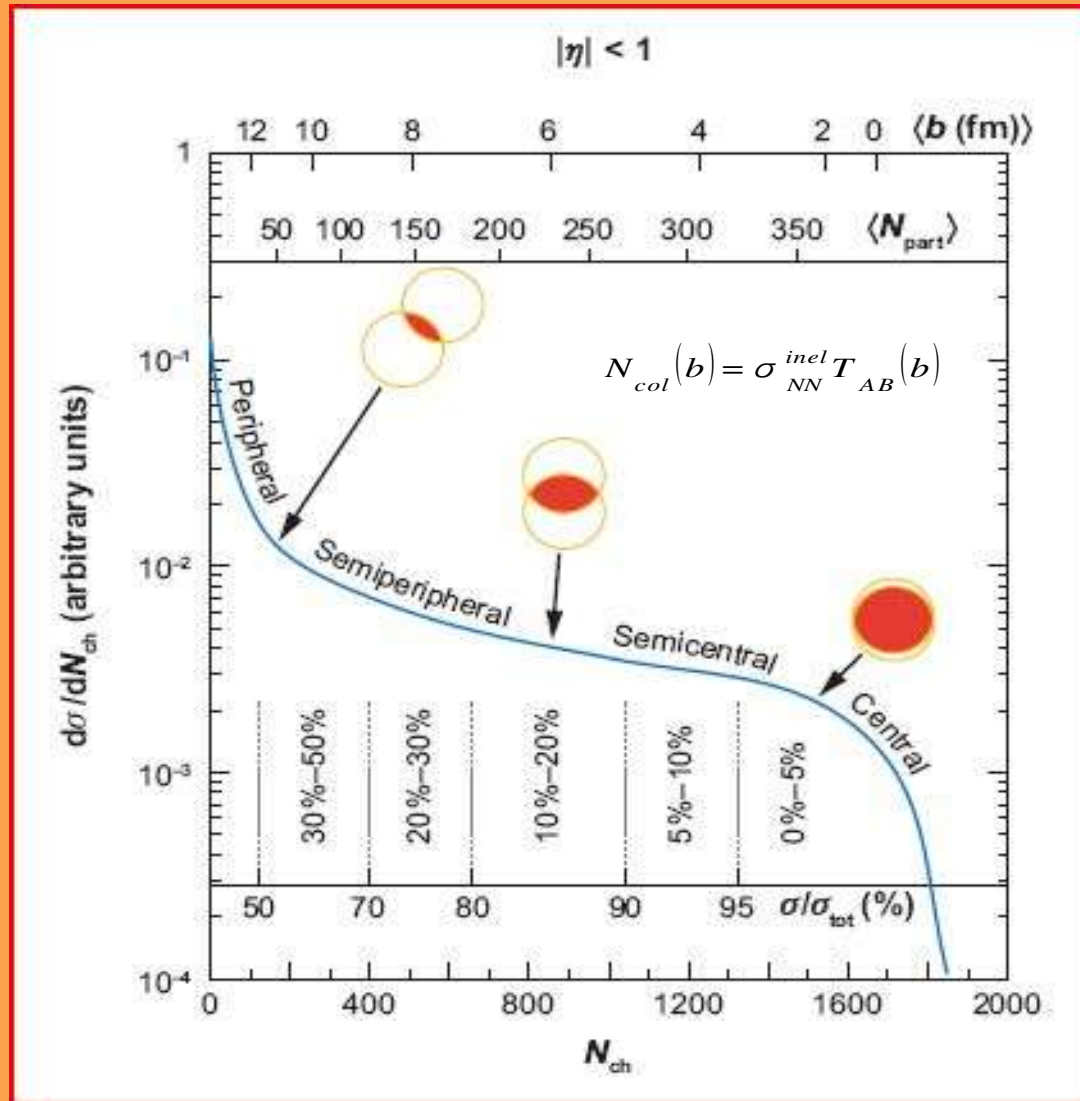
Número de participantes y el número de colisiones en función del parámetro de impacto para colisiones Au+Au y Cu+Cu



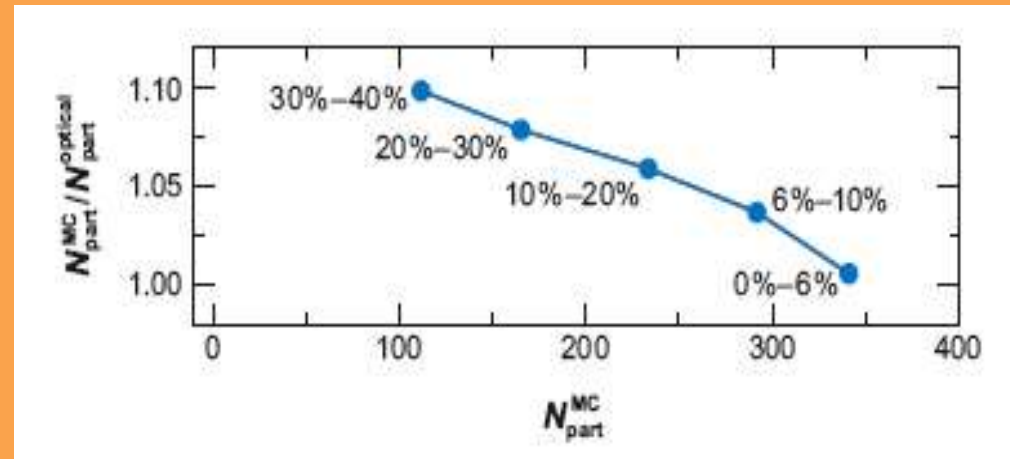
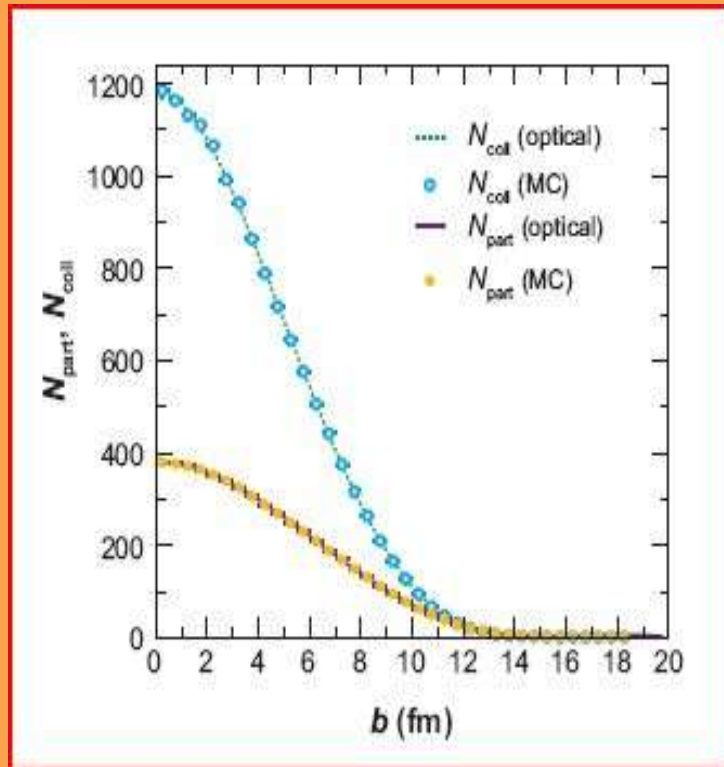
Número de participantes y el número de colisiones en función del número de masa.

Centralidad de la colisión:

Sección eficaz como función del número de participantes



Comparación de N_{part}/N_{coll} (óptico) y $N_{part}^{MC}/N_{part}^{(óptico)}$



Procesos duros.

- Colisión $A+B$: Número de procesos duros entre las partículas puntuales constituyentes de nucleones es proporcional a $T_{AB}(b)$.

$$N_{hard}^{AB,enc} = T_{AB}(b) \sigma_{hard}^{pp}$$

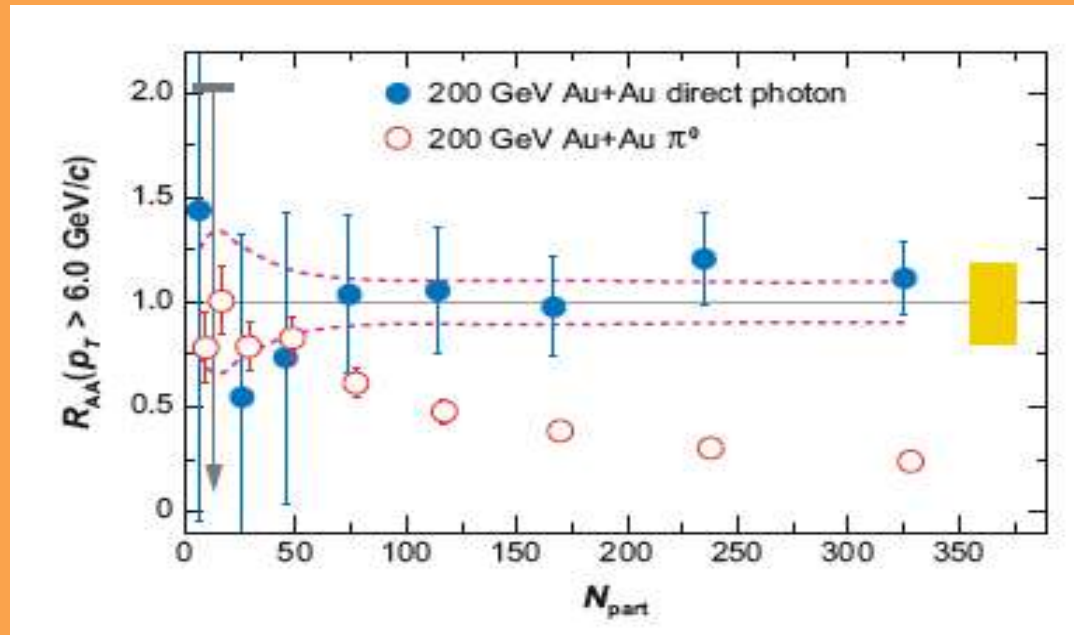
- En RHIC, la producción de partículas es usualmente medido en función de p_T . Si la sección eficaz invariante de un proceso duro que produce la partícula x ha sido medida para $p+p$, entonces la multiplicidad de x para una colisión inelástica $A+B$ es:

$$\frac{1}{N_{inel}^{AB}} \frac{dN_x^{AB}}{dp_T} = \frac{T_{AB}(b)}{P_{inel}^{AB}(b)} \frac{d\sigma_x^{pp}}{dp_T}$$

Esto es al considerar que no hay efectos nucleares.

Si hay efectos nucleares, se introduce el **factor de modificación nuclear** R_{AB}

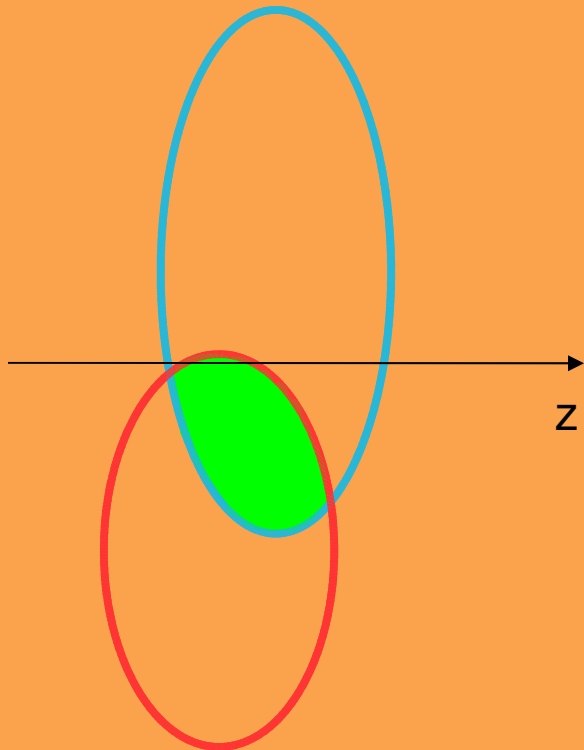
$R_{AB}(p_T)=1$ en ausencia de efectos nucleares.



Relación entre excentricidad y flujo elíptico.

Al tener colisiones relativistas, se produce una contracción de Lorentz a lo largo del eje de colisión \Rightarrow Hay una asimetría espacial.

\Rightarrow Afecta a la distribución azimutal de las partículas salientes.



Al tomar esta consideración se debe de estimar la excentricidad. \rightarrow Forma de la región de traslape.

Límite óptico:

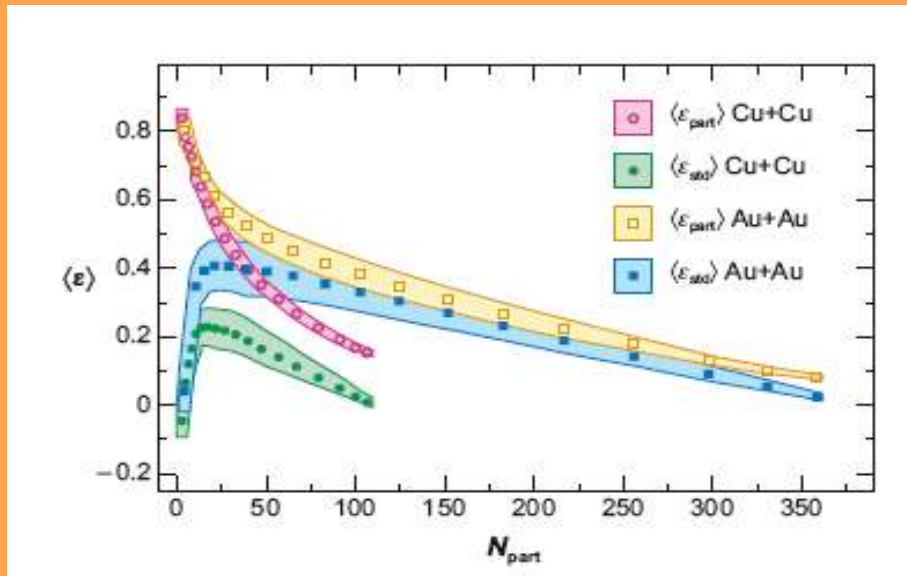
$$\varepsilon_{std} = y^2 - x^2 / y^2 + x^2$$

- Participantes locales ó
- Densidad de colisiones binarias.

Monte Carlo:

$$\varepsilon_{part} = \frac{\sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_y^2) + 4(\sigma_{xy})^2}}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$$

- Momento de los propios participantes.
 - Nucleones espectadores
 - > Plano de reacción nominal.
 - Propia distribución de participantes.



Modelo hidrodinámico

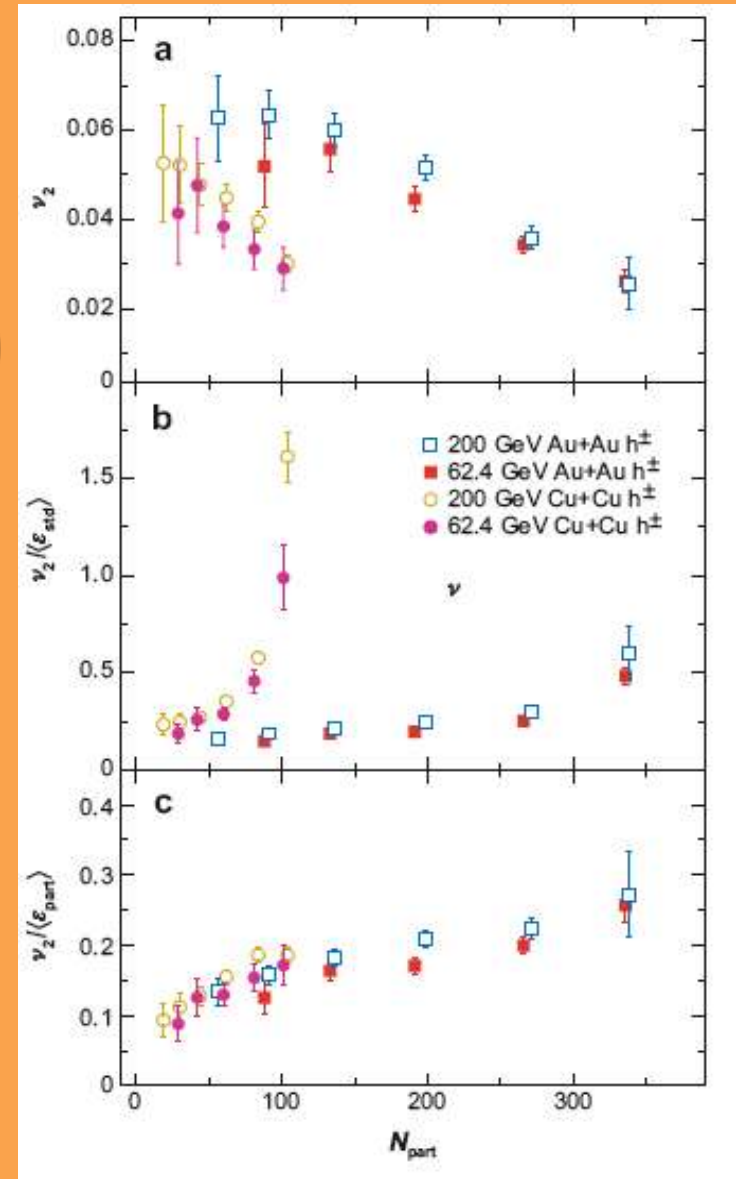
-> Distribución azimutal de partículas:

$$dN/d\varphi \sim 1 + 2v_2 \cos(2(\varphi - \psi_R))$$

ψ_R determina el plano de reacción.

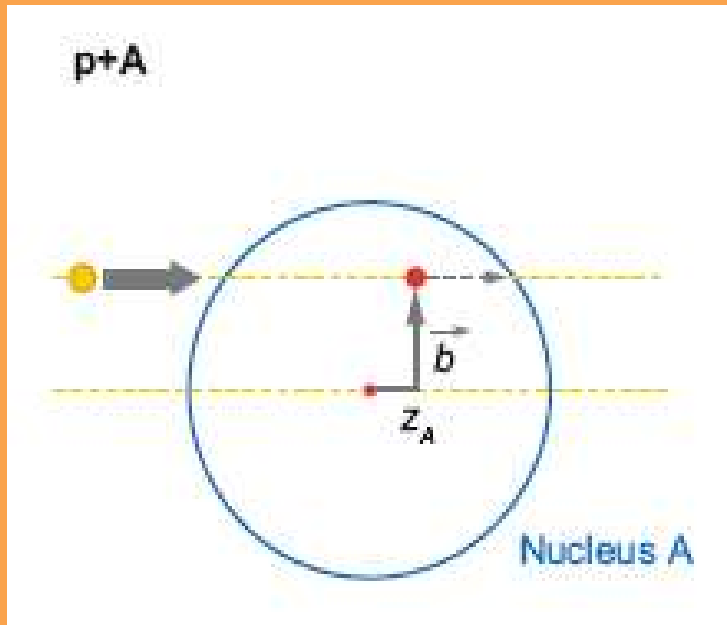
$$V_2 \propto$$

$\varepsilon_{\text{part}}$ describe la evolución hidrodinámica del sistema para diferentes energías y geometrías.



GRACIAS

Absorción del J/ψ en la materia nuclear normal



Pares $c\bar{c}$ \rightarrow Procesos duros en la fase inicial de $A+B$

Carga de color libre (QGP) previene la formación del J/ψ .

Se crea un par $c\bar{c}$ en (b, z_A) .

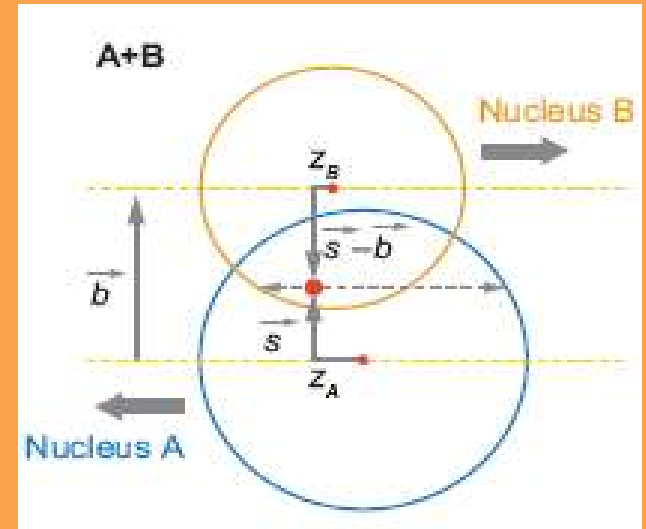
La probabilidad de que sobreviva es:

$$P_{\text{surv}} = \int d^3x \left(\frac{dN_{c\bar{c}}}{d^3x} \right) \left(\frac{dN_{\text{QGP}}}{d^3x} \right) = \dots$$

La expresión para la absorción de J/ψ para $p+A$ en el modelo de Glauber es:

$$S_{pA} = \frac{\sigma(p+A \rightarrow J/\psi)}{A \cdot \sigma(p+p \rightarrow J/\psi)}$$

Para la supresión de J/ψ para $A+B$ con parámetro de impacto b :



$$\frac{dS_{AB}}{d^2b}(b) = \frac{1}{AB \sigma(p+p \rightarrow J/\psi)} \frac{d\sigma(AB \rightarrow J/\psi)}{d^2b}$$

La supresión del J/ψ es una señal de la formación de QGP.

