

Fotoproducción de Encanto y Belleza

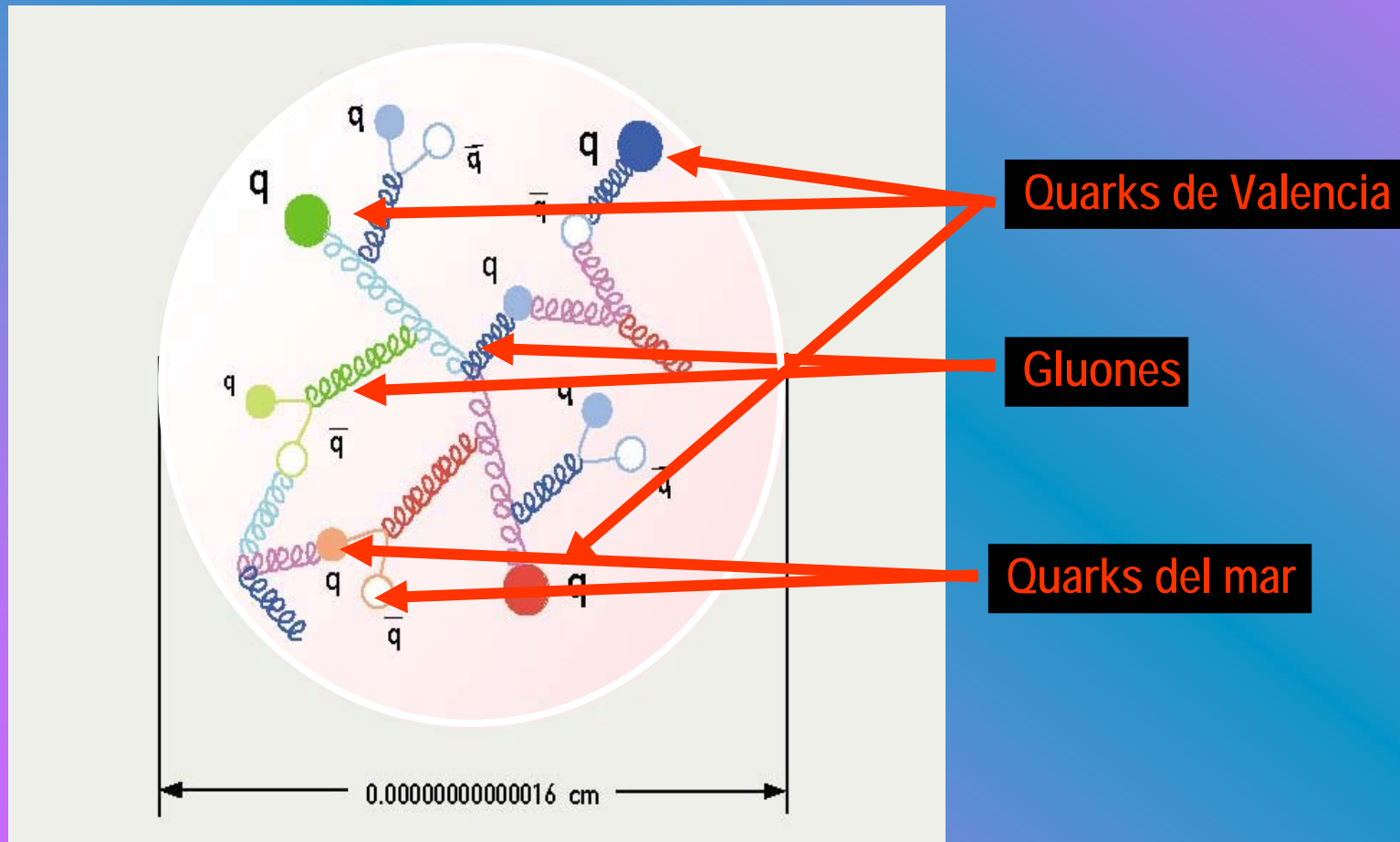
Ivonne Alicia Maldonado
Cervantes

Contenido

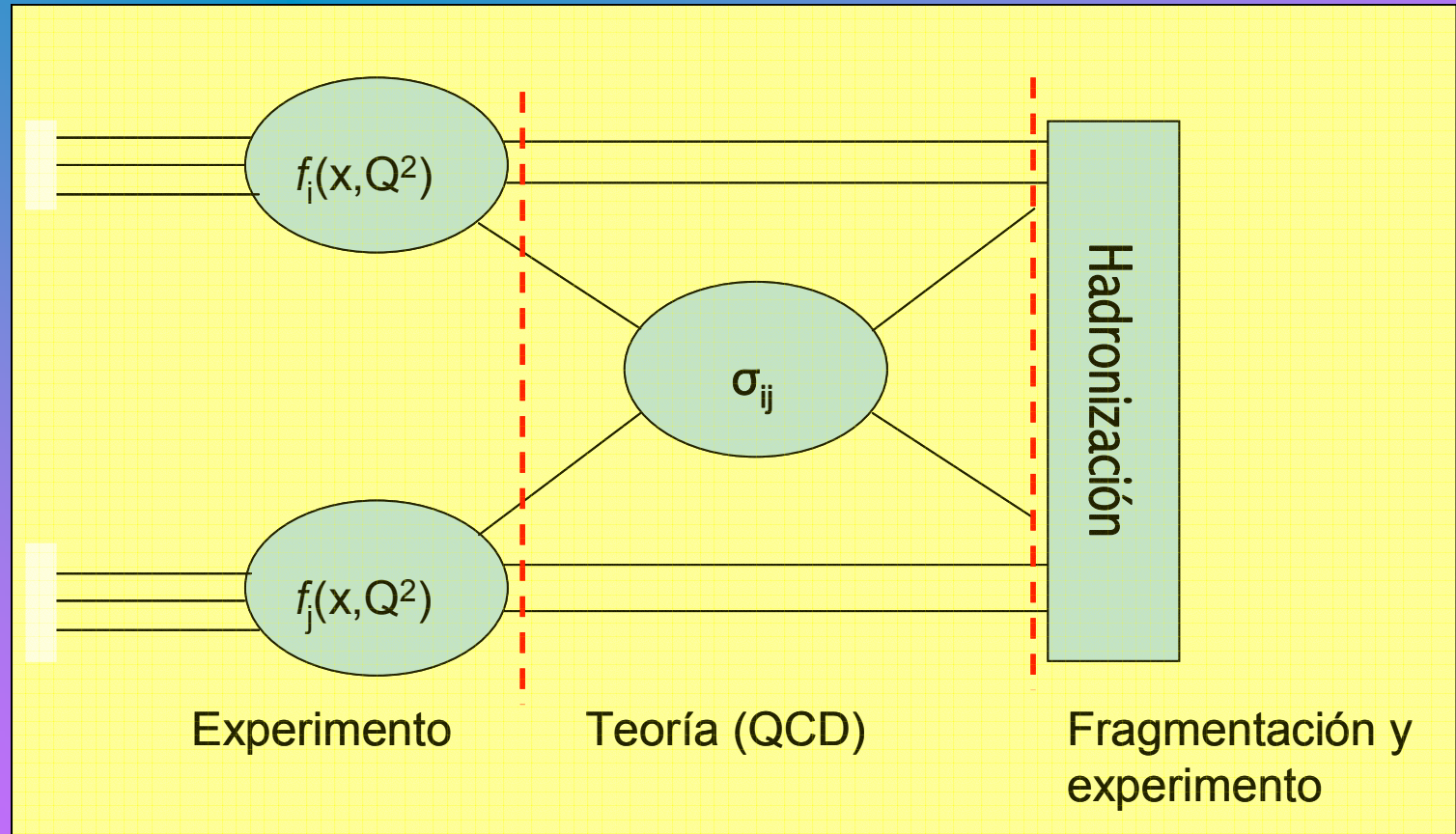
- Motivación
- Hadronización de sabores pesados
- Funciones de Fragmentación
- Fotoproducción de Encanto y Belleza
- Conclusiones

Motivación: Estructura del barión

- El estudio de colisiones fotón-protón a grandes energías, da información acerca de la estructura del protón y de la fuerza que lo mantiene unido.



Hadronización de Sabores Pesados



Fragmentación

1. **Función de Peterson:** la amplitud de transición de un quark pesado Q a un hadrón H es inversamente proporcional al valor de la energía transferida.

$$D_Q^H(z) = \frac{N}{z \left[1 - \frac{1}{z} - \frac{\epsilon}{1-z} \right]^2}$$

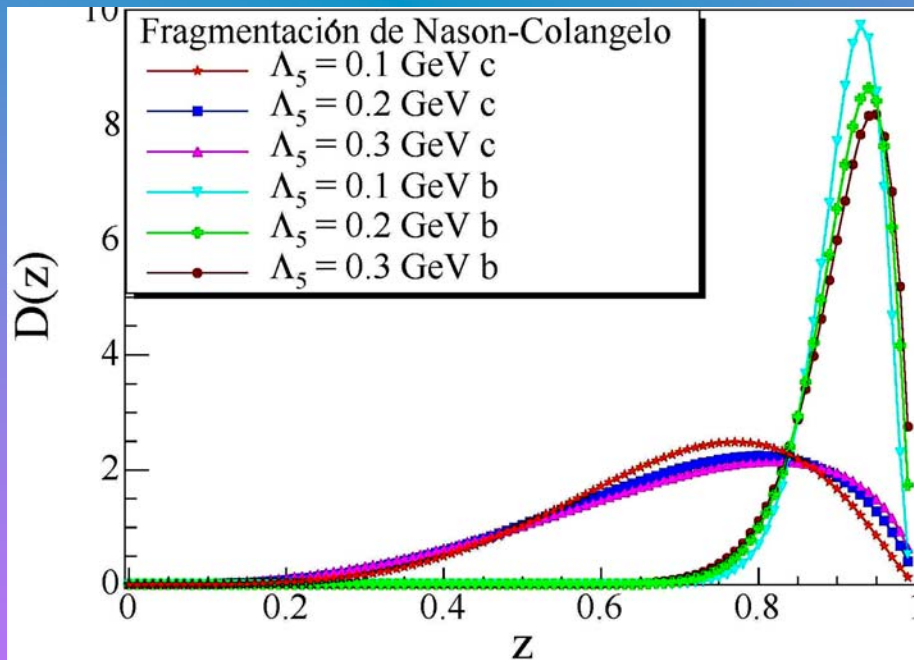
2. **Función de Nason-Colangelo:** Obtenida de procesos de aniquilación e^+e^- para los mesones D's y generalizado a los B's.

$$D_Q^H(z) = N(1-z)^\alpha z^\beta$$

3. **Función de Lund:** se da fragmentación de cuerdas, descrito por una aproximación iterativa. Da la probabilidad de producir varios pares de quark-antiquark y la probabilidad de que se forme un mesón específico.

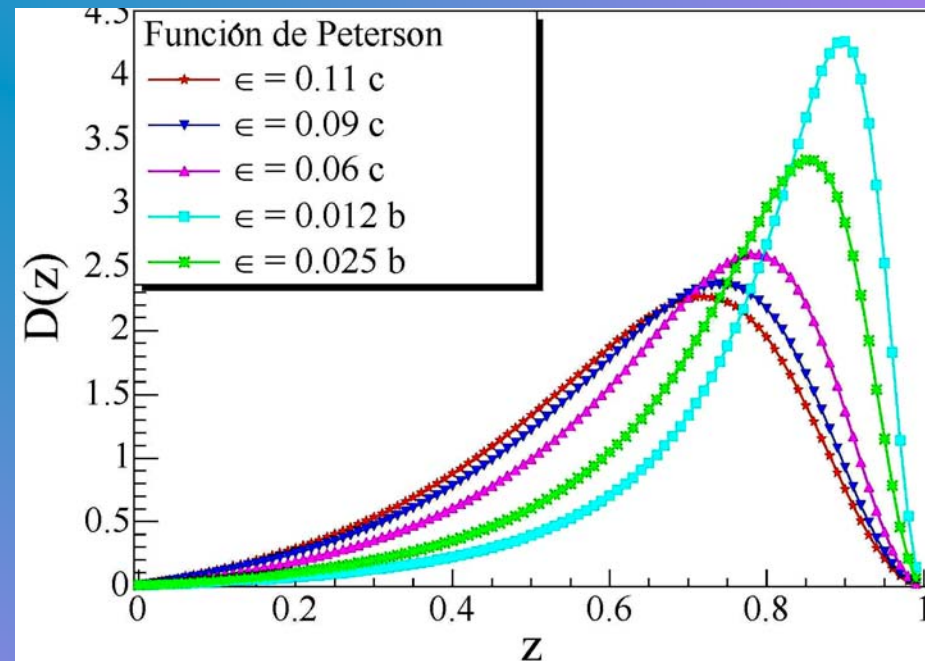
$$D_Q^H(z) = \frac{1}{z} (1-z)^a e^{-\frac{bm_T^2}{z}}$$

Funciones de Fragmentación



$$D_Q^H(z) = \frac{N}{z \left[1 - \frac{1}{z} - \frac{\varepsilon}{1-z} \right]^2}$$

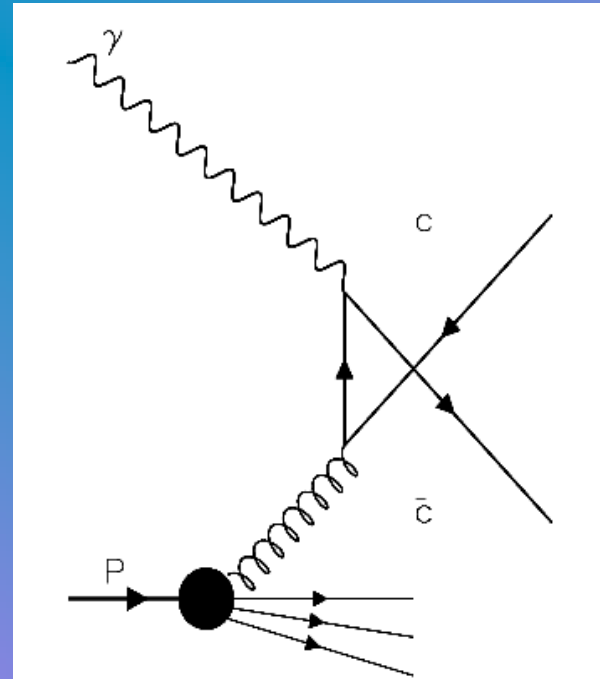
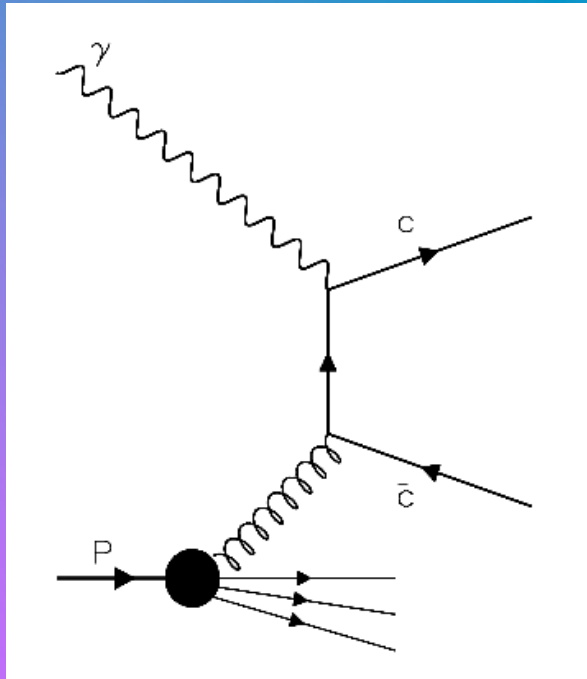
$$D_Q^H(z) = N(1-z)^\alpha z^\beta$$



Fusión Fotón-Gluón

Componente Puntual:

El fotón se comporta como una partícula puntual, e interactúa con un gluón proveniente del protón, siendo su momento absorbido totalmente.



Fotoproducción de Sabores Pesados

La fotoproducción de sabores pesados, se da por la colisión de un fotón y un protón. Hay dos contribuciones:

1. Componente Puntual (orden principal),
2. Componente Resuelta.

Fusión Fotón-Gluón

Amplitud de transición:

$$|M|^2 = \frac{8}{9} \left[\frac{1}{2} \left(\frac{m_c^2 - \hat{t}}{m_c^2 - \hat{u}} + \frac{m_c^2 - \hat{u}}{m_c^2 - \hat{t}} \right) + 2 \left(\frac{m_c^2}{m_c^2 - \hat{u}} + \frac{m_c^2}{m_c^2 - \hat{t}} \right) - 2 \left(\frac{m_c^2}{m_c^2 - \hat{u}} + \frac{m_c^2}{m_c^2 - \hat{t}} \right)^2 \right]$$

Variables de Mandelstam:

$$\begin{aligned} \hat{s} &= xs, \\ \hat{t} &= m_c^2 - m_T \sqrt{s} e^{-y_c}, \\ \hat{u} &= m_c^2 - xm_T \sqrt{s} e^{y_c}, \end{aligned}$$

Subproceso:

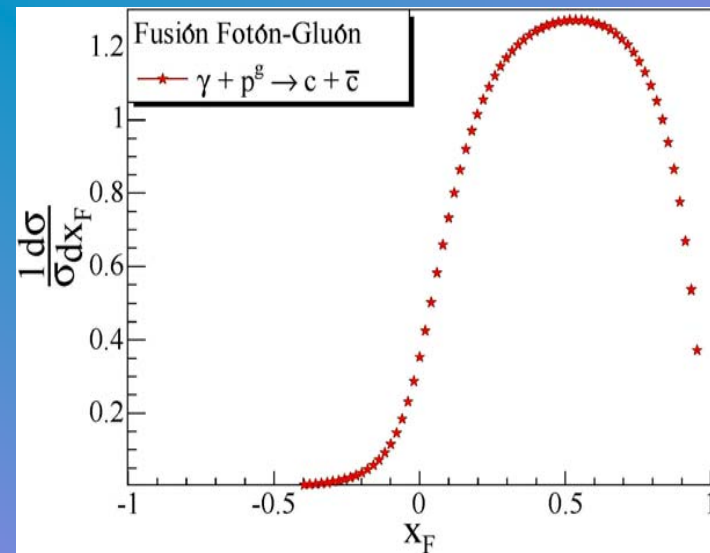
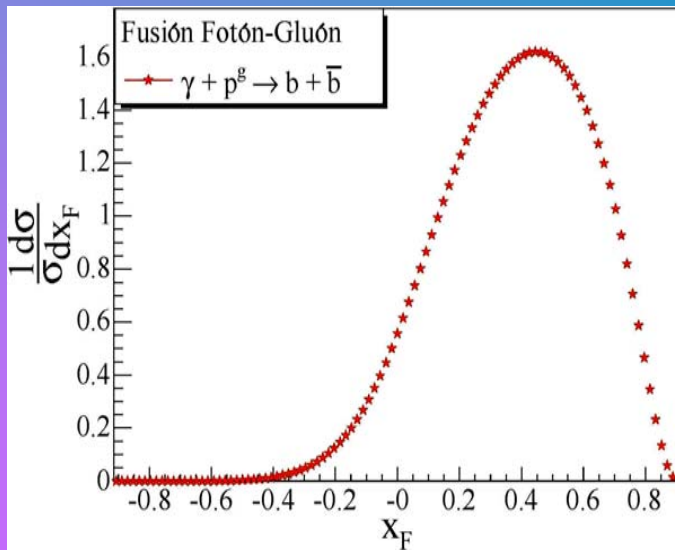
$$E_c E_{\bar{c}} \frac{d\hat{\sigma}}{d^3 p_c d^3 p_{\bar{c}}} = \frac{1}{2\hat{s}} \frac{\alpha_e \alpha_s(Q^2)}{4(2\pi)^6} (2\pi)^4 \delta(p_\gamma + p_g - p_c - p_{\bar{c}}) |M|^2$$

Sección Eficaz Diferencial:

$$\frac{d\sigma}{dx_F} = \int dp_T^2 |M|^2 \frac{\pi \alpha_e \alpha_s(Q^2)}{\hat{s}^2} \frac{s^2 g(x, Q^2)}{E(s - m_T e^{y_c})}$$

Resultados: Componente puntual del fotón

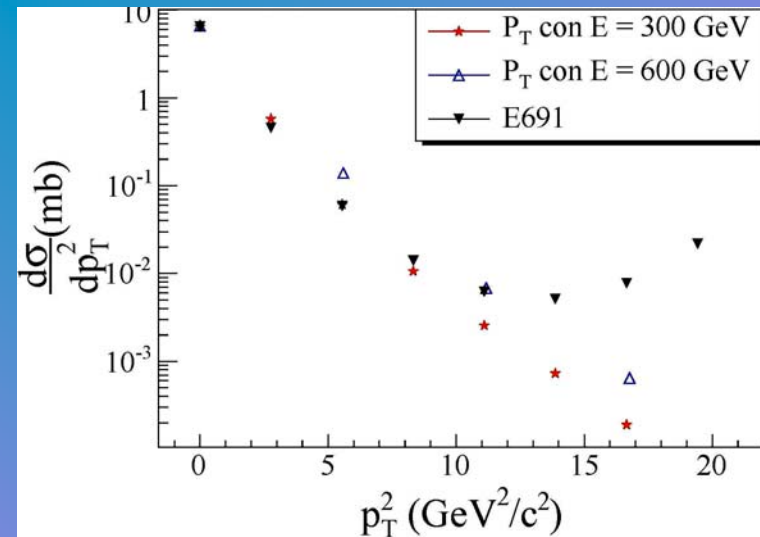
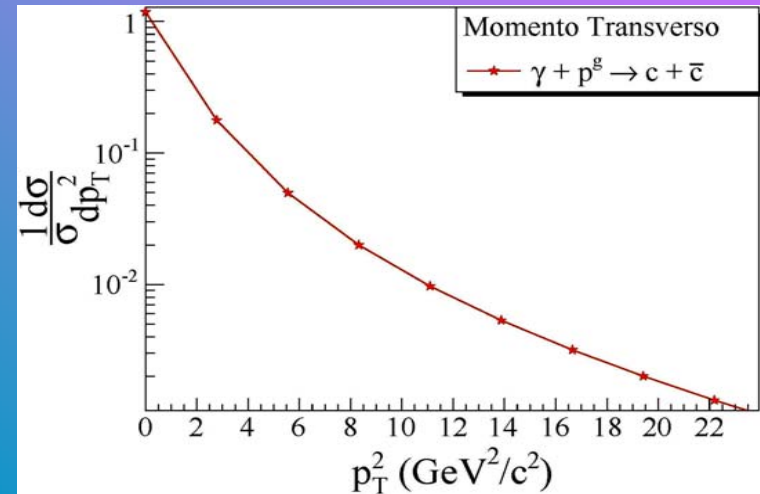
Sección eficaz en términos de la x_F , para la fotoproducción de quarks c 's y b 's en el proceso de fusión fotón-gluón



Sección eficaz en términos de p_T^2

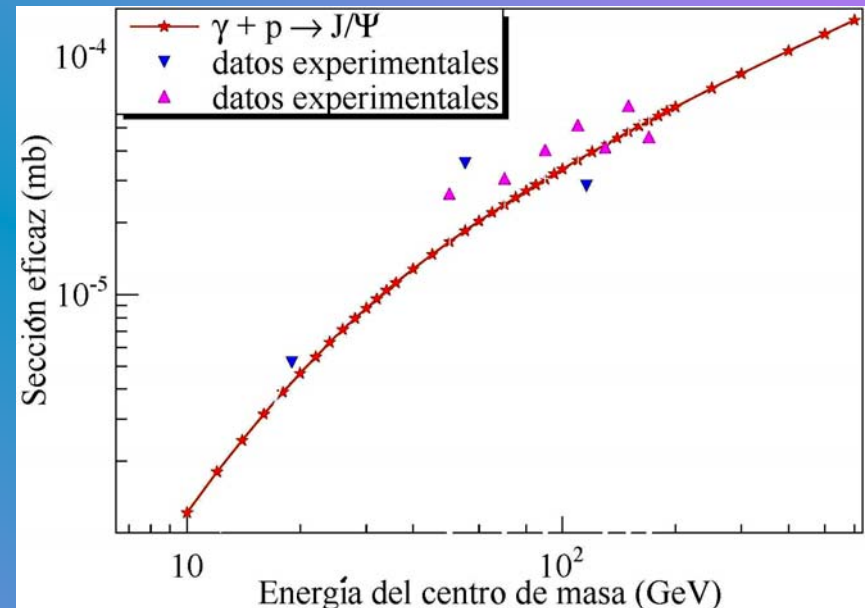
- Sección eficaz en términos de p_T^2 a 300 y 600 GeV, comparado con la parametrización que ajusta a los datos del experimento. Con $b = 1.07$ y $c = -0.04$

$$\frac{d\sigma}{dp_T^2} = \exp(-bp_T^2 - cp_T^4)$$



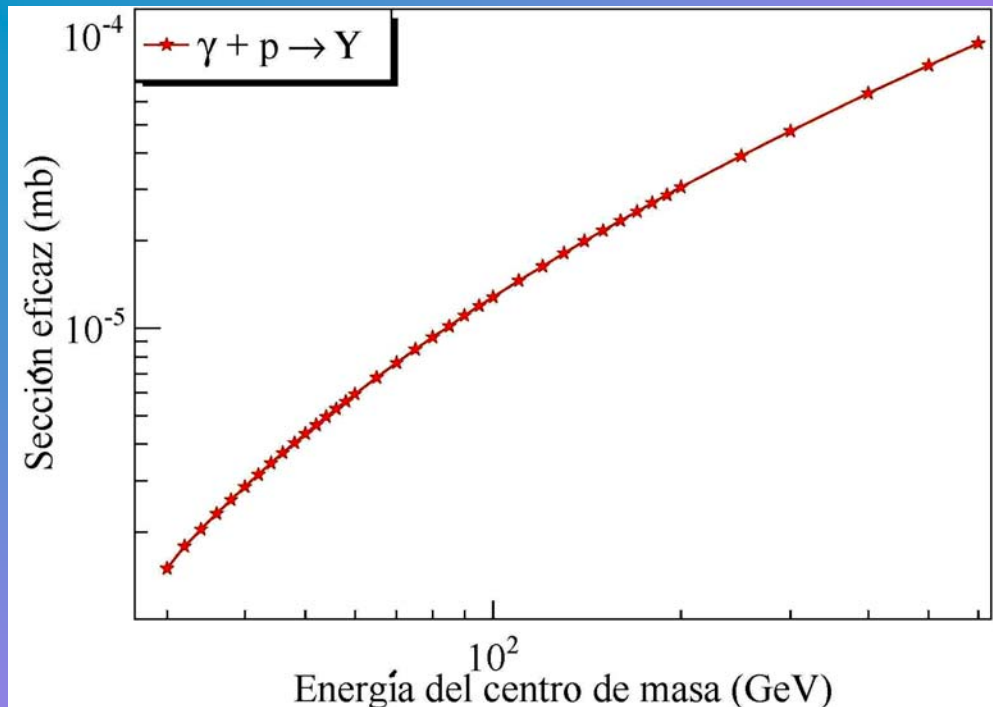
Mesón J/ψ

- Sección eficaz en función de la Energía del centro de masa para la fotoproducción del J/ψ .



Mesón Υ

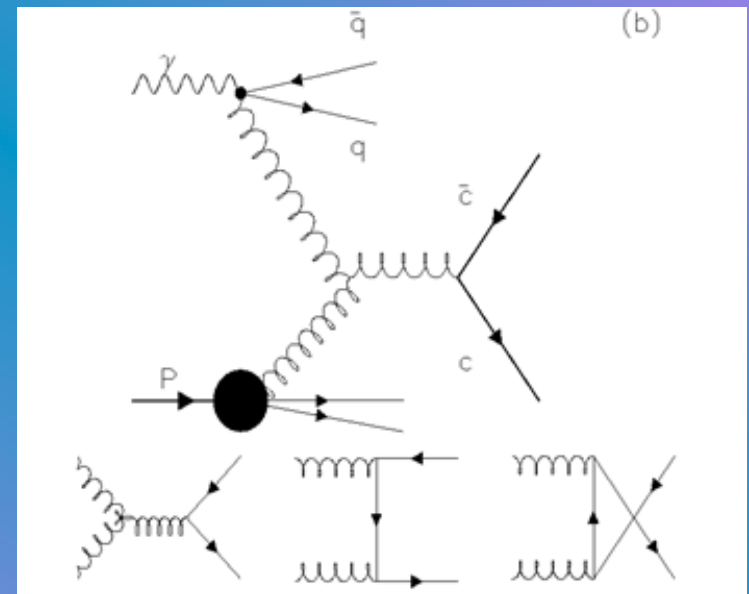
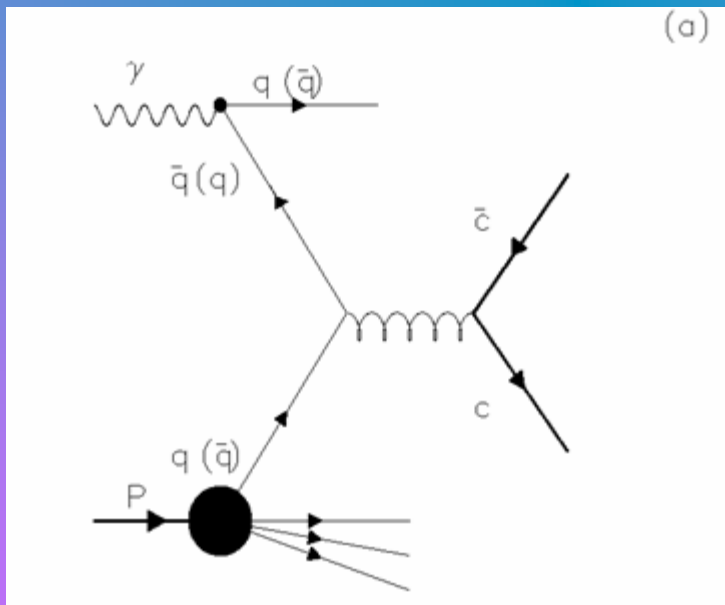
- Sección eficaz de producción de Upsilon en función de la energía del centro de masa.



Componente resuelta del fotón

Componente resuelta del fotón:

El fotón tiene la probabilidad de fluctuar a estados quark-antiquark y posteriormente a hadrones.



Componente resuelta del fotón

Amplitud de transición para la interacción de un par quark-antiquark

$$|M|_{q\bar{q}}^2 = \frac{4}{9} \left[\frac{(m_c^2 - \hat{t})^2 + (m_c^2 - \hat{u})^2}{[(m_c^2 - \hat{t}) + (m_c^2 - \hat{u})]^2} + \frac{m_c^2}{(m_c^2 - \hat{t}) + (m_c^2 - \hat{u})} \right]$$

Variables de Mandelstam:

$$\begin{aligned} \hat{s} &= x_1 x_2 s, \\ \hat{t} &= m_c^2 - (1 + m_T^2 e^{-\Delta y}), \\ \hat{u} &= m_c^2 - (1 - m_T^2 e^{\Delta y}), \end{aligned}$$

Subproceso:

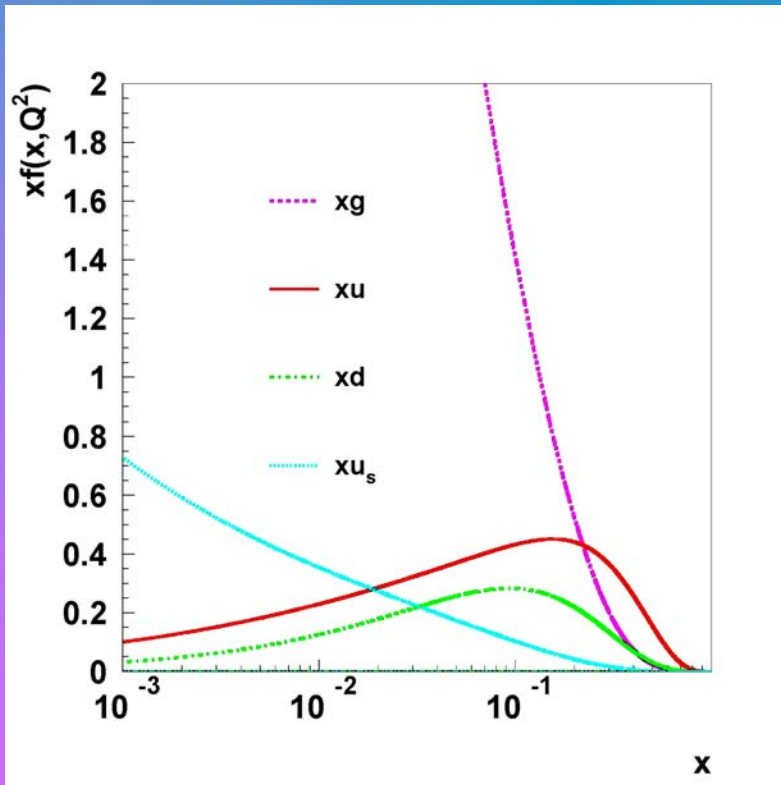
$$\frac{d\hat{\sigma}}{d\hat{t}} = \frac{1}{9} \frac{\pi \alpha^2}{m_T^2} \frac{\cosh(\Delta y) + \frac{m_c^2}{m_T^2}}{(1 + \cosh(\Delta y))^3}$$

Sección Eficaz Diferencial:

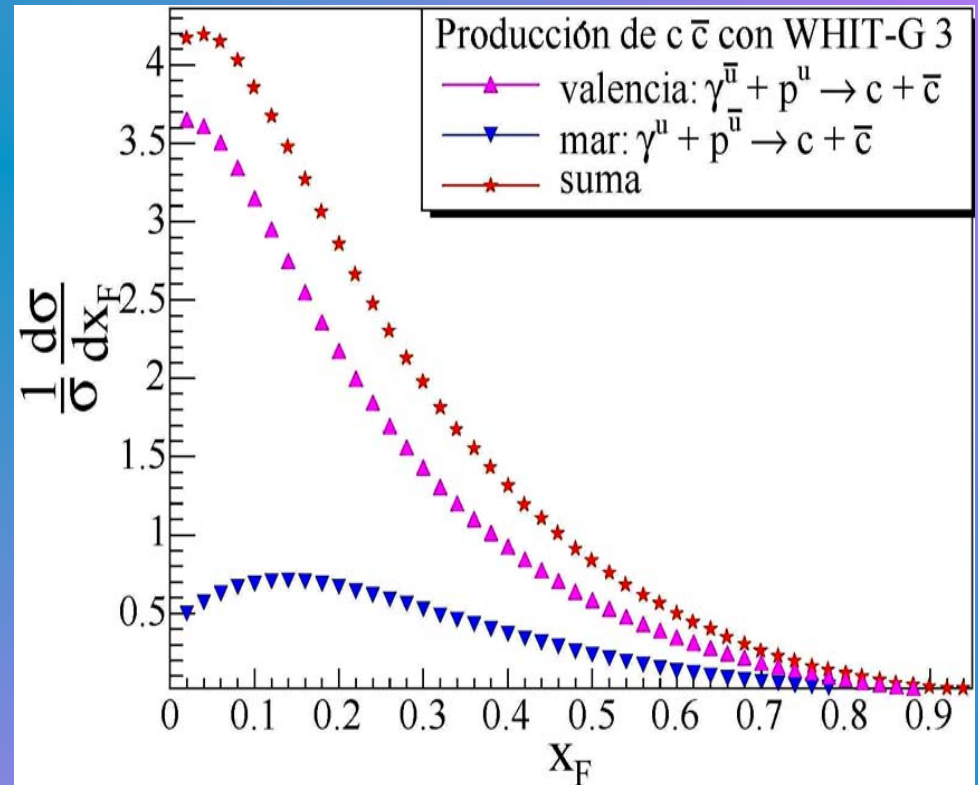
$$\frac{d\sigma}{dx_F} = \frac{\sqrt{s}}{2} \sum_{i,j} \int dp_T^2 dy_{\bar{c}} x_1 f_i(x_1, Q^2) x_2 f_j(x_2, Q^2) \frac{1}{E} \frac{d\hat{\sigma}}{d\hat{t}}$$

Componente resuelta del fotón: c's

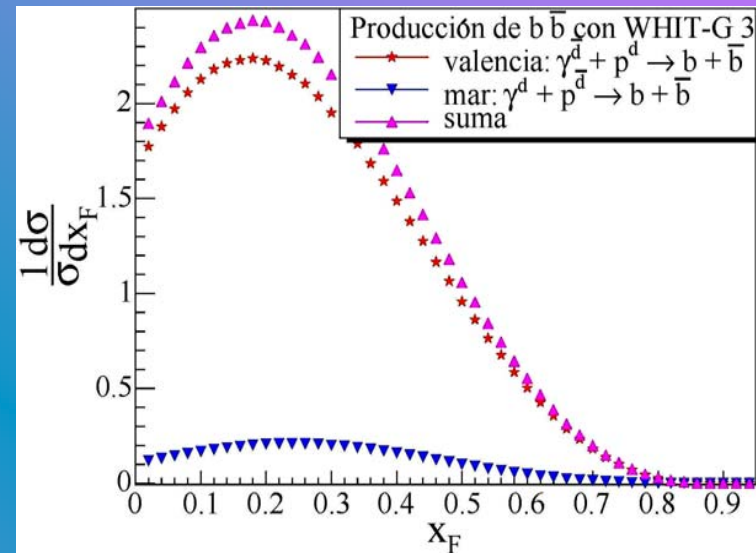
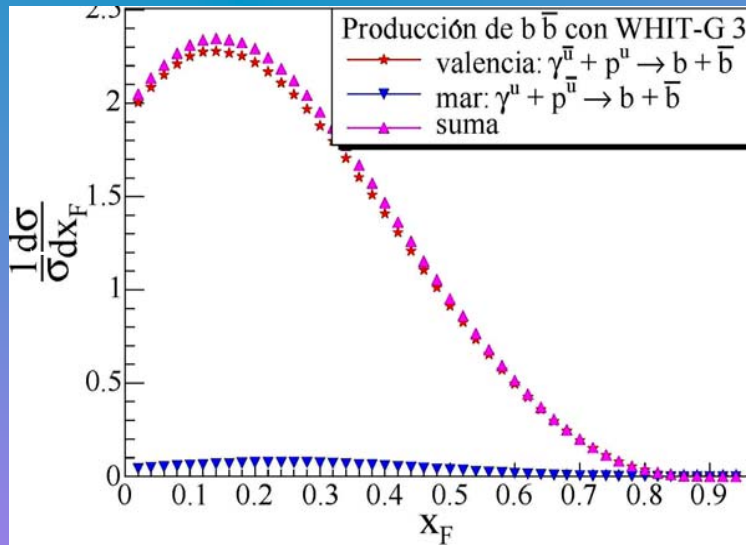
Funciones de distribución de los partones (PDF)



Sección eficaz de producción de quarks c's con la componente resuelta del fotón.



Componente resuelta del fotón: b's

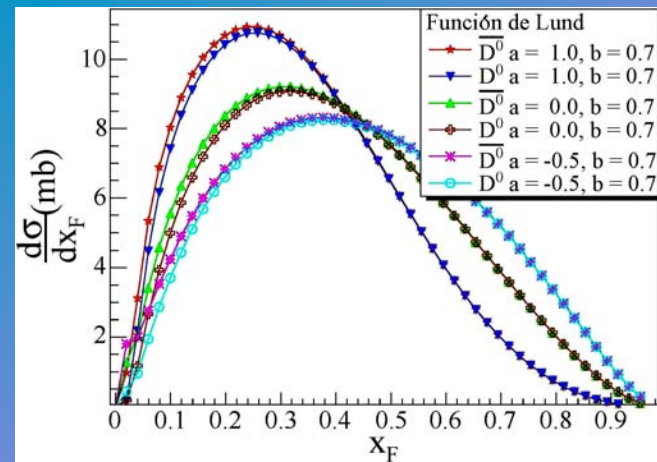
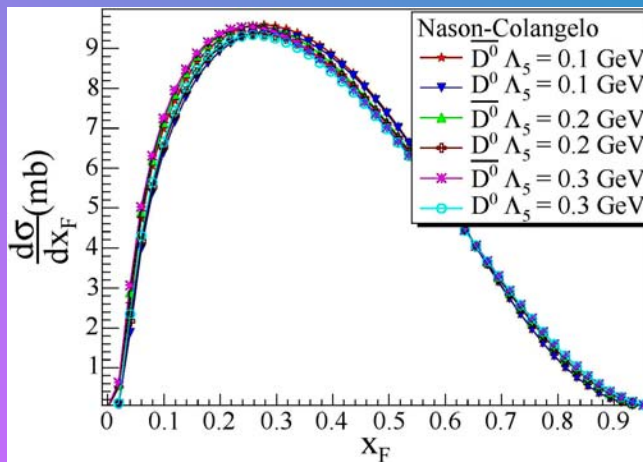
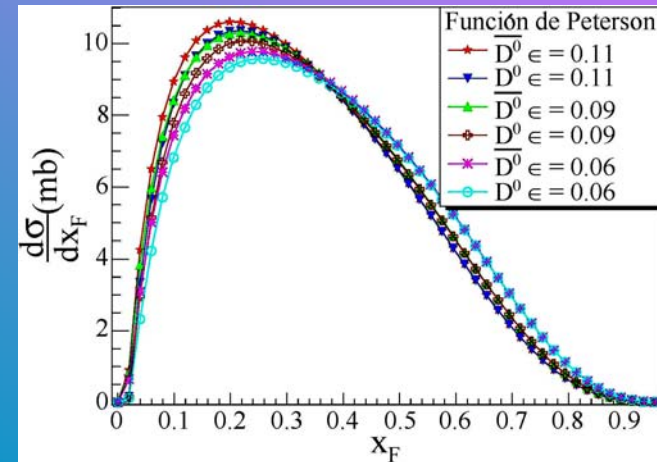


- Se puede observar que la sección eficaz para la producción de b's es similar a la de c's
- La sección eficaz al interactuar quarks del mar es menor que de los quark de valencia.

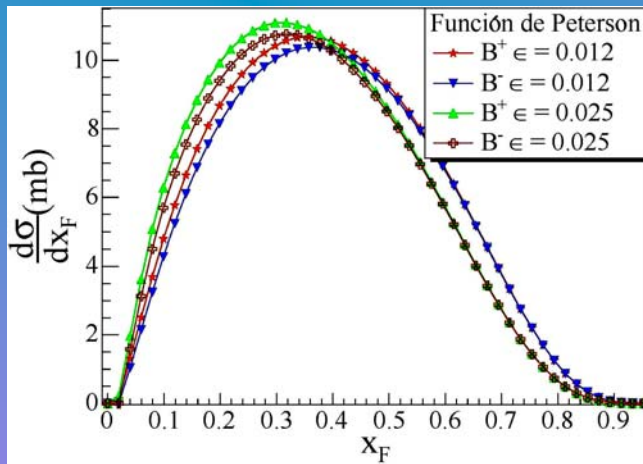
Producción de mesones D's neutros

Sección eficaz

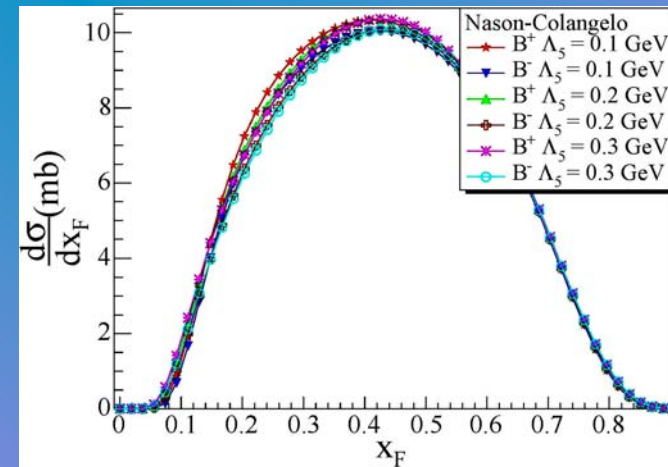
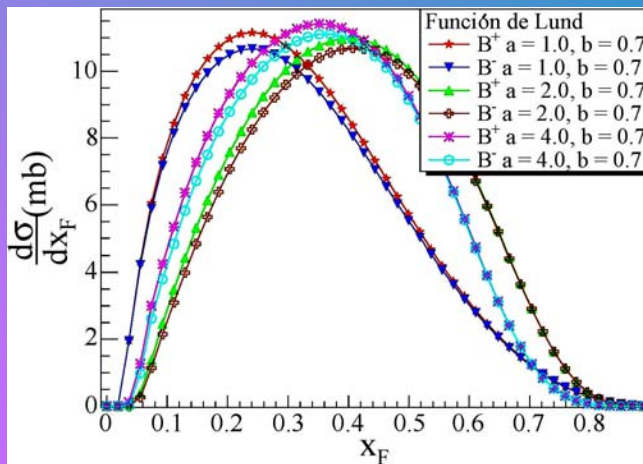
(**puntual+resuelta**) en términos de x_F , para la producción de mesones D^0 , con distintas funciones de fragmentación.



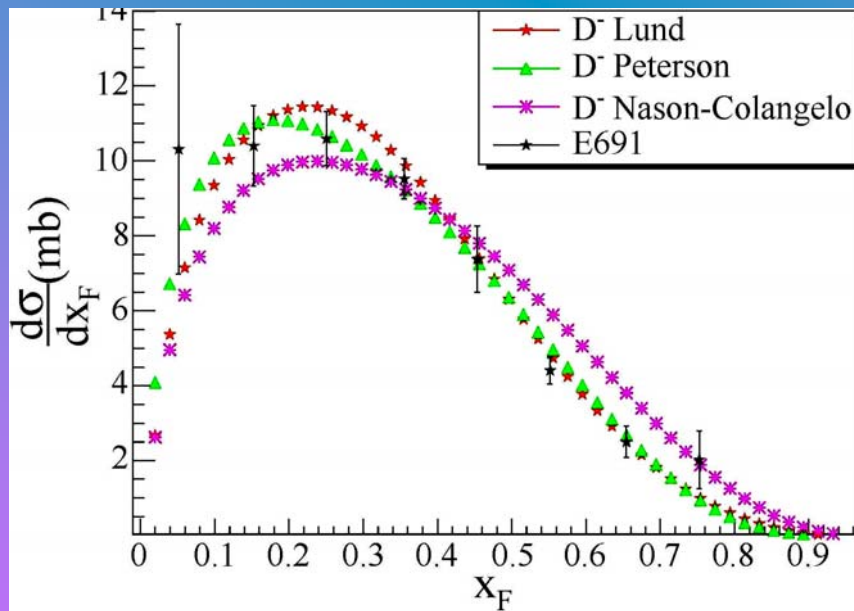
Producción de mesones B's



Sección eficaz (**puntual + resuelta**) para la producción de mesones B's cargados, en términos de la x_F .

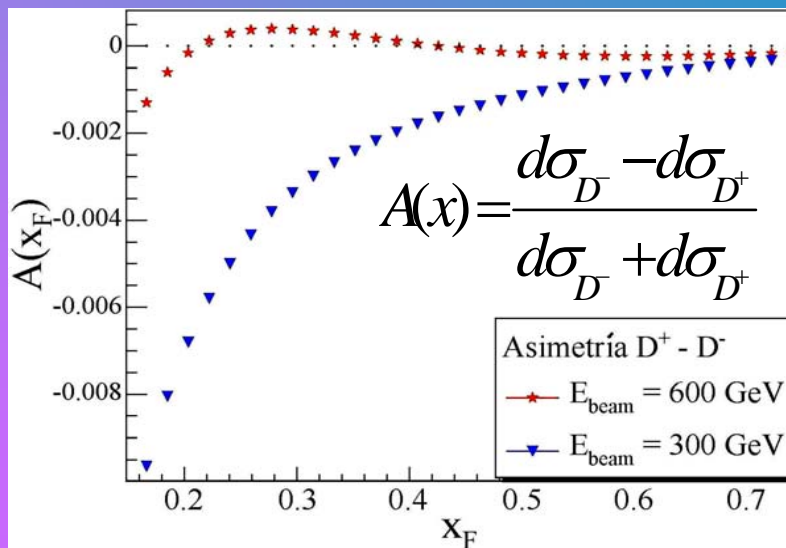
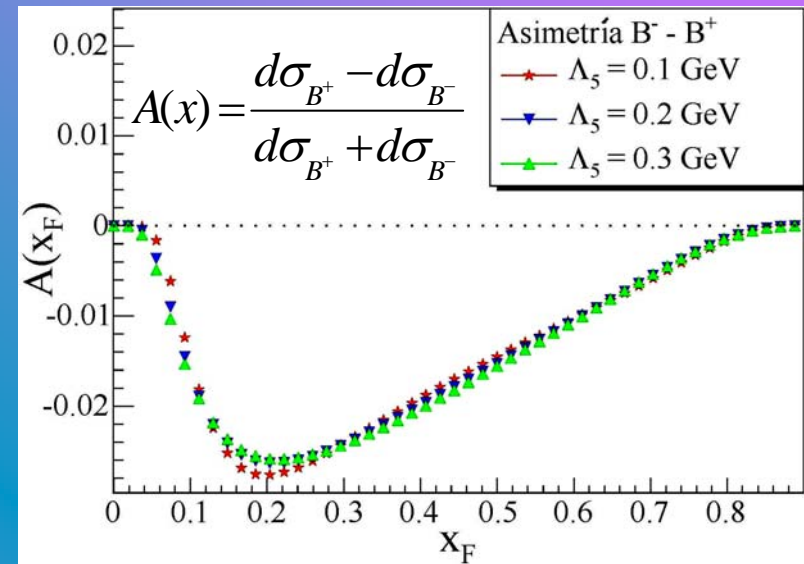
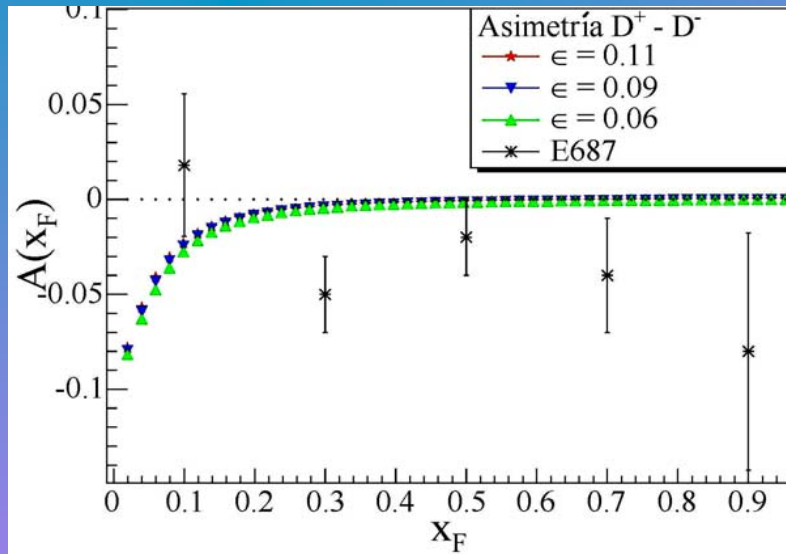


Experimento vs. Teoría (3 FF)



- Los datos son mejor descritos por la función de fragmentación de Peterson. Mientras que la función de Nason-Colangelo es la que da una peor descripción.

Asimetrías de fotoproducción D's y B's



- El comportamiento de las asimetrías a 300 GeV y a 600 GeV es similar.

Conclusiones:

- Se ha calculado la sección eficaz de producción de los quarks c y b , en función de las variables cinemáticas x_F , de y y de p_T , para la componente puntual y resuelta.
- Se ha calculado la sección eficaz de producción de los mesones J/Ψ y Υ , observándose un buen acuerdo con los datos experimentales.
- Se han calculado las secciones eficaces para la producción de mesones B 's y D 's, con las funciones de fragmentación: Peterson, Nason-Colangelo y Lund.
- Para los mesones D 's, la función de fragmentación que mejor describe los datos experimentales es la de Peterson con $\epsilon = 0.11$
- La contribución a la sección eficaz dada por la parte puntual es de 96% y de la resuelta 4%.
- Se han calculado las asimetrías de producción de mesón-antimesón y comparado con datos.