

# Riassunto della lezione precedente

- teoria di campo quantizzata sul light-cone e` equivalente a teoria di campo standard nell'Infinite **M**omentum **F**rame (IFM,  $Q^2 \rightarrow \infty$ ) e coincide con OPE per scattering DIS inclusivo
- DIS inclusivo coinvolge l'operatore bilocale  $\Phi$ , correlatore quark-quark; nell'IFM estrazione del contributo a leading twist  $\rightarrow$  proiezione  $\Phi^{[\Gamma]}$  con interpretazione probabilistica delle distribuzioni :
  - $\Gamma = \gamma^+$   $\rightarrow$  distribuzione di momento  $f_1(x)$
  - $\Gamma = \gamma^+ \gamma_5$   $\rightarrow$  distribuzione di elicit   $g_1(x)$
  - $\Gamma = i\sigma^i + \gamma_5$   $\rightarrow$  distribuzione di spin trasverso  $h_1(x)$
- la “trasversit ”  $h_1(x)$  mischia stati di elicit  diversi del quark  
 $\rightarrow$  propriet  anomale ed interessanti; difficolt  di estrazione dai dati

Base di elicità

$$h_1 \sim \phi^\dagger P_L^\dagger P_R \phi$$

Base di trasversità  $h_1 \sim \phi^\dagger (P_\uparrow^\dagger P_\uparrow - P_\downarrow^\dagger P_\downarrow) \phi$

$$\langle \uparrow | \dots | \uparrow \rangle - \langle \downarrow | \dots | \downarrow \rangle = \langle + | \dots | - \rangle + \langle - | \dots | + \rangle$$

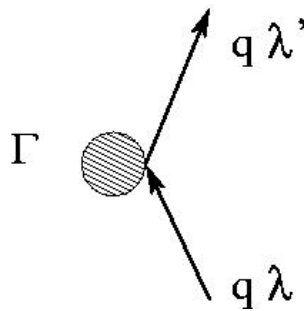
$$\begin{cases} |\uparrow\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|+\rangle + |-\rangle) \\ |\downarrow\rangle = \frac{i}{\sqrt{2}}(|+\rangle - |-\rangle) \end{cases}$$



per componenti “good”  
( $\Leftrightarrow$  twist 2) elicità = chiralità  
quindi  $h_1$  non conserva  
chiralità (chiral odd)

QCD conserva l’elicità al leading twist

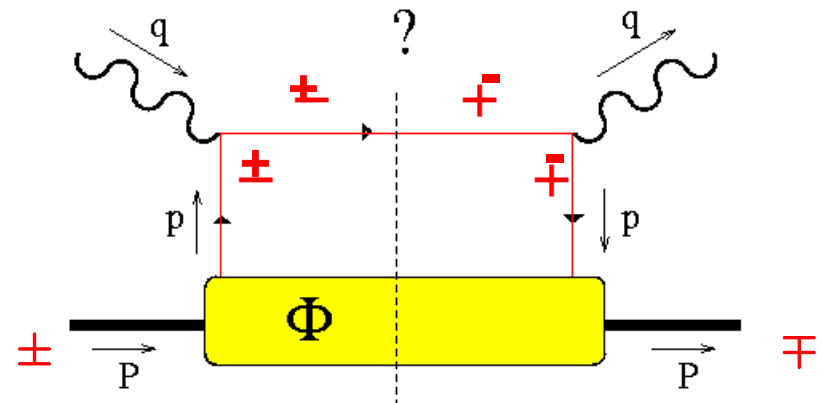
**massless** quark spinors  $\lambda = \pm 1$



$$\begin{aligned} M &\sim \bar{u}_{\lambda'} \Gamma u_\lambda \\ &\sim \bar{u}_{\lambda'} (1 - \lambda' \gamma_5) (1 - \lambda \gamma_5) \Gamma u_\lambda \\ &\sim \delta_{\lambda\lambda'} \bar{u}_{\lambda'} \Gamma u_\lambda + o\left(\frac{m_q}{E_q}\right) \end{aligned}$$

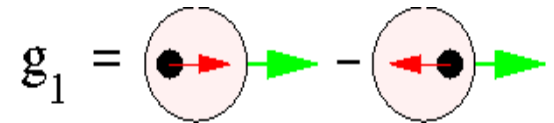
$$\begin{aligned} \frac{1 + \lambda \gamma_5}{2} u_\lambda &= u_\lambda \\ \bar{u}_\lambda \frac{1 - \lambda \gamma_5}{2} &= \bar{u}_\lambda \end{aligned}$$

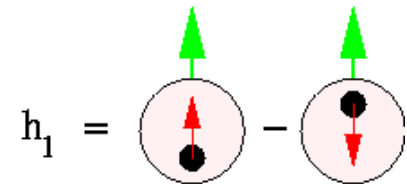
QCD conserva l’elicità al leading twist  
 $\rightarrow h_1$  soppressa in DIS inclusivo



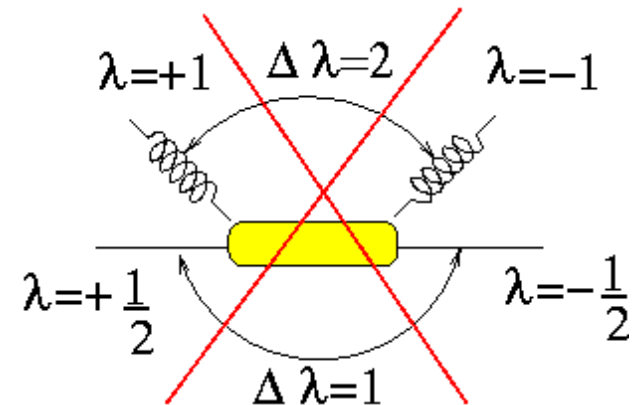
## Chiral-odd $h_1$ → interessanti proprietà rispetto alle altre distribuzioni

- $g_1$  e  $h_1$  (e tutte le PDF) sono definite nell'IFM  
cioè boost  $Q \rightarrow \infty$  lungo l'asse  $z$   
ma boost e rotazioni di Galileo commutano in  
frame nonrelativistico  $\rightarrow g_1 = h_1$   
ogni differenza è data da effetti relativistici  
 $\rightarrow$  info su dinamica relativistica dei quarks

$$g_1 = \text{diagram 1} - \text{diagram 2}$$


$$h_1 = \text{diagram 3} - \text{diagram 4}$$


- per gluone si definiscono  
 $G(x)$  = la distribuzione di momento  
 $\Delta G(x)$  = la distribuzione di elicità  
però non esiste la “trasversità” in adrone a spin  $\frac{1}{2}$



(continua)

$$\langle PS | \bar{q}^f \gamma^i \gamma_5 \frac{\lambda^f}{2} q^f | PS \rangle \Big|_{Q^2} = 2S^i \int dx \left[ g_1^f(x, Q^2) \oplus \bar{g}_1^f(x, Q^2) \right] \propto g_A$$

**el. matrice operatore locale (non-singlet) = momento di distribuzione      carica assiale**

$$\langle PS | \bar{q}^f i\sigma^{0i} \gamma_5 \frac{\lambda^f}{2} q^f | PS \rangle \Big|_{Q^2} = 2S^i \int dx \left[ h_1^f(x, Q^2) \ominus \bar{h}_1^f(x, Q^2) \right] = 2S^i h_1^f(Q^2)$$

**carica tensoriale  
non e' conservata**

- carica assiale da operatore C(harge)-even  
carica tensoriale C-odd → non prende contributi  
da coppie quark-antiquark del mare di Dirac

**riassumendo:** l'evoluzione di  $h_1(x, Q^2)$  e' molto diversa dalle altre PDF perche' tutti gli operatori locali legati ad  $h_1$  non prendono contributi dal mare di Dirac  
→ evoluzione tipica di una PDF di non-singoletto

- relazioni tra PDF's

positività delle densità di probabilità  $\rightarrow f_1 \geq |g_1|$  ,  $f_1 \geq 0$

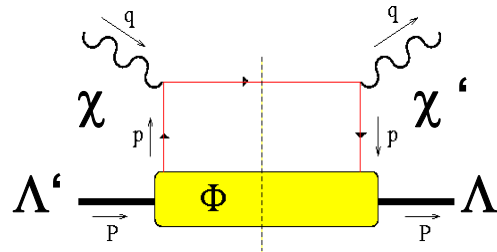
proiezione di  $\Phi(x)$  su spazio di (chiralità  $\chi = R/L$  del quark)  $\otimes$  (spin  $\Lambda$  del N)

$$P_+ \Phi(p, P, S) \Big|_{p^+ = x P^+} \gamma^+ = [f_1(x) + \lambda g_1(x) \gamma_5 + h_1(x) \gamma_5 \not{S}_T] P_+$$

$$u_{+R} = P_+ P_R u = \frac{1}{2} \gamma^- \gamma^+ \frac{1 + \gamma_5}{2} u$$

$$u_{+L} = P_+ P_L u = \frac{1}{2} \gamma^- \gamma^+ \frac{1 - \gamma_5}{2} u$$

$$u_{+\chi'} (P_+ \Phi \gamma^+) u_{+\chi} \equiv \Phi_{\chi\chi'} = \rho_{\Lambda\Lambda'} \Phi_{\chi'\chi}^{\Lambda'\Lambda}$$



$$\Phi_{\chi'\chi}^{\Lambda'\Lambda} = \begin{array}{cc} \text{RR} & \text{RL} \\ \left( \begin{array}{cc|cc} f_1 + g_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f_1 - g_1 & 2h_1 & 0 \\ \hline 0 & 2h_1 & f_1 - g_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & f_1 + g_1 \end{array} \right) & \\ \text{LR} & \text{LL} \end{array}$$

$\|\Phi\| \geq 0 \rightarrow$  disuguaglianza di Soffer:  $f_1 + g_1 \geq 2|h_1|$

$$\text{PDF}(x, Q^2) = \frac{1}{2} q(x, Q^2) I \otimes I + \frac{1}{2} \Delta q(x, Q^2) \sigma_3 \otimes \sigma_3 + \frac{1}{2} \delta q(x, Q^2) [\sigma_+ \otimes \sigma_- + \sigma_- \otimes \sigma_+]$$

$$f_1 = \text{diagram of a circle with a black dot} \\ \Phi_{RR}^{\frac{1}{2}\frac{1}{2}} + \Phi_{LL}^{\frac{1}{2}\frac{1}{2}}$$

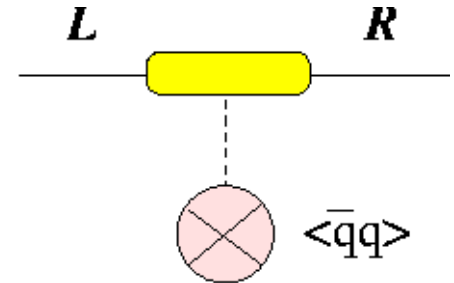
$$g_1 = \text{diagram of two circles with arrows} \\ \Phi_{RR}^{\frac{1}{2}\frac{1}{2}} - \Phi_{LL}^{\frac{1}{2}\frac{1}{2}}$$

$$h_1 = \text{diagram of two circles with arrows} \\ \Phi_{LR}^{\frac{1}{2}-\frac{1}{2}}$$

(continua)

$h_1$  non conserva chiralità (chiral odd)

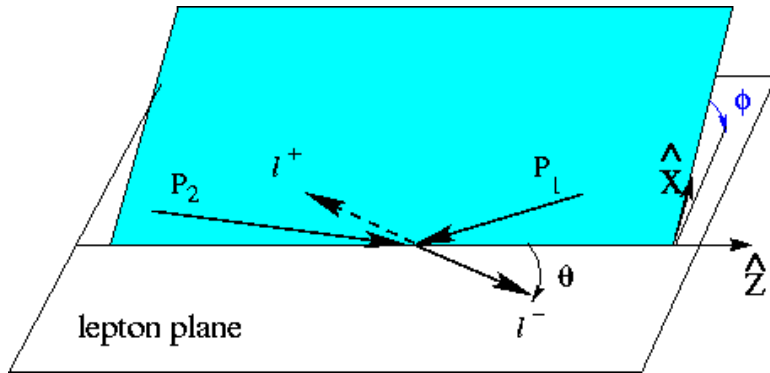
$h_1$  può quindi essere determinata da processi soft legati alla rottura della simmetria chirale della QCD (ruolo del vuoto nonperturbativo di QCD?)



in **base di elicità** la sezione d'urto deve essere chiral-even  
quindi per estrarre  $h_1$  bisogna trovare un processo elementare in cui  
appaia insieme ad un partner chiral-odd, in modo da “annullare l’effetto”;  
il vincolo ulteriore è che tale contributo appaia al leading twist.

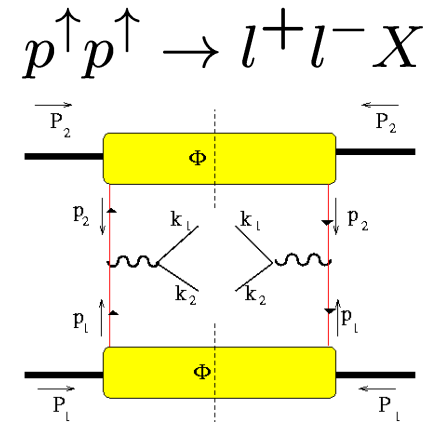
# Come estrarre la trasversita` dai dati ?

No DIS inclusivo  $\rightarrow$  scelta piu` ovvia: Drell-Yan polarizzato



Collins-Soper frame:  
 $\mathbf{q}_T(\gamma^*)$  in (xz) plane

$$x_{1/2} = \frac{Q^2}{2P_{1/2} \cdot q}$$



$$W^{\mu\nu} = \int d\mathbf{q}_T \int \frac{d^4\xi}{(2\pi)^4} e^{iq \cdot \xi} \langle P_1 S_1, P_2 S_2 | [J^\mu(\xi), J^\nu(0)] | P_1 S_1, P_2 S_2 \rangle$$

$$\rightarrow \frac{1}{3} \sum_{f, \bar{f}} e_f^2 \text{Tr} [\Phi_f(x_1, S_1) \gamma^\mu \bar{\Phi}_{\bar{f}}(x_2, S_2) \gamma^\nu] + (\mu \leftrightarrow \nu)$$

$$\Phi(x, S) = \int dp^- d\mathbf{p}_T \Phi(p, P, S) \Big|_{p^+ = xP^+} \longrightarrow [f_1(x) + \lambda g_1(x) \gamma_5 + h_1(x) \gamma_5 \not{S}_T]$$

$$\frac{d\sigma^{\uparrow\uparrow}}{dx_1 dx_2 d\Omega} = \frac{d\sigma^o}{dx_1 dx_2 d\Omega} + \frac{\Delta\sigma}{dx_1 dx_2 d\Omega}$$

$$\sim \frac{\alpha^2}{12Q^2} \sum_{f, \bar{f}} e_f^2 \left\{ f_1^f(x_1) \bar{f}_1^f(x_2) (1 + \cos^2 \theta) + |\mathbf{S}_{1T}| |\mathbf{S}_{2T}| \sin^2 \theta \cos 2\phi h_1^f(x_1) \bar{h}_1^f(x_2) \right\}$$

## Single-Spin Asymmetry (SSA)

$$\begin{aligned}
 A_{TT} &= \frac{d\sigma(p^\uparrow p^\uparrow) - d\sigma(p^\uparrow p^\downarrow)}{d\sigma(p^\uparrow p^\uparrow) + d\sigma(p^\uparrow p^\downarrow)} \\
 &= |S_{T_1}| |S_{T_2}| \frac{\sin^2 \theta \cos 2\phi}{1 + \cos^2 \theta} \frac{\sum_{f,\bar{f}} e_f^2 h_1^f(x_1) \bar{h}_1^f(x_2)}{\sum_{f,\bar{f}} e_f^2 f_1^f(x_1) \bar{f}_1^f(x_2)}
 \end{aligned}$$

Ma = distribuzione di spin trasverso per antiquark in protone polarizz.  
 → antiquark del mare di Dirac e' soppresso

Inoltre simulazioni indicano che disuguaglianza di Soffer, imposta ad ogni  $Q^2$  nell'evoluzione, vincola  $A_{TT}$  a numeri troppo piccoli ( $\lesssim 1\%$ )

Meglio considerare  $p^\uparrow \bar{p}^\uparrow \rightarrow l^+ l^- X$  (recente proposals PAX & ASSIA al GSI)

Altrimenti .... si devono considerare reazioni semi-inclusive

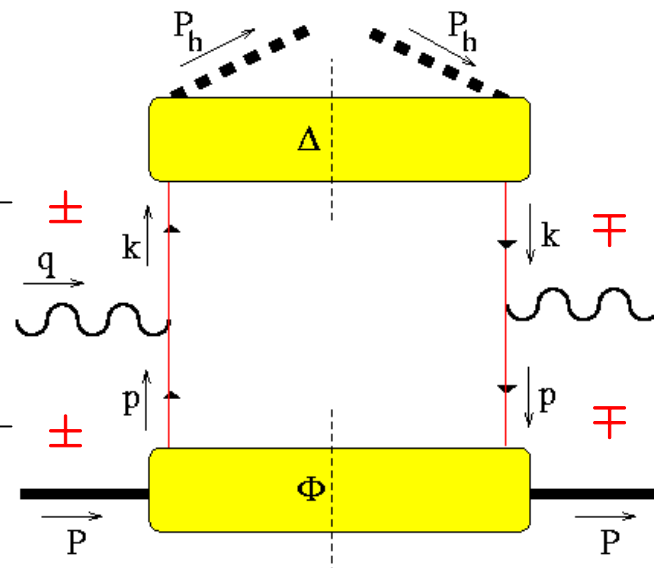


## Altra alternativa → DIS semi-inclusivo

diagramma  
dominante  
al leading twist

partner  
chiral-odd

chiral-odd



i 3 vettori  $P, q, P_h$  non possono essere tutti collineari → 2 scelte:

1.  $\perp$  -frame (sperimentale)  $\mathbf{P}_\perp = \mathbf{q}_\perp = \mathbf{0}$ ,  $\mathbf{P}_{h\perp} \neq \mathbf{0}$
2. T-frame (teorico)  $\mathbf{P}_T = \mathbf{P}_{hT} = \mathbf{0}$ ,  $\mathbf{q}_T \neq \mathbf{0}$

collegati da boost  
per cui  $\mathbf{q}_T = -\mathbf{P}_{h\perp} / z_h$

$$z_h = \frac{P \cdot P_h}{P \cdot q}$$

al leading twist T-frame  $\sim \perp$  -frame  
perche` il boost introduce correzioni  
del tipo  $1/Q$

## T-frame (IFM)

$$P^\mu = \frac{1}{\sqrt{2}} \left( A, \frac{M^2}{A}, \mathbf{0}_T \right) \rightarrow \left( P^+, \frac{M^2}{2P^+}, \mathbf{0}_T \right)$$

$$q^\mu = \frac{1}{\sqrt{2}} \left( -x_N A, \frac{Q^2 - \mathbf{q}_T^2}{2x_N A}, \mathbf{q}_T \right) \sim \left( -x_B P^+, \frac{P_h^-}{z_h}, \mathbf{q}_T \right) \rightarrow (-Q, Q, \mathbf{q}_T)$$

$$P_h^\mu \rightarrow \left( \frac{M_h^2}{2z_h Q}, z_h Q, \mathbf{0}_T \right)$$

IFM per stato finale:  
direzione “-” dominante

$$x_B \sim x_N = -\frac{q^+}{P^+}$$

$$z_h = \frac{P_h^-}{q^-}$$

partoni

$$p^\mu = \left( xP^+, \frac{p^2 + \mathbf{p}_\perp^2}{2xP^+}, \mathbf{p}_T \right)$$

$$k^\mu = \left( \frac{z(k^2 + \mathbf{k}_T^2)}{2P_h^-}, \frac{P_h^-}{z}, \mathbf{k}_T \right)$$

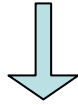
$$z = \frac{P_h^-}{k^-} \sim z_h$$

frazione light-cone  
del momento  
del quark frammentante

	+	-	
H → q	~ Q	~ 1/Q	∫ dp <sup>-</sup>
hard	~ Q	~ Q	
q → H	~ 1/Q	~ Q	∫ dp <sup>+</sup>

procedura simile a DIS inclusivo

$$2MW^{\mu\nu} = \sum_f e_f^2 \int d^4p \delta((p+q)^2 - m^2) \text{Tr} [\Phi(p, P, S) \gamma^\mu (\not{p} + \not{q} + m) \gamma^\nu] + \left( \begin{array}{c} \mu \leftrightarrow \nu \\ q \leftrightarrow -q \end{array} \right)$$



$$2MW^{\mu\nu} = \sum_f e_f^2 \int d^4p d^4k \delta(p+q-k) \text{Tr} [\Phi(p, P, S) \gamma^\mu \Delta(k, P_h, S_h) \gamma^\nu] + \left( \begin{array}{c} \mu \leftrightarrow \nu \\ q \leftrightarrow -q \end{array} \right)$$

(antiquark)

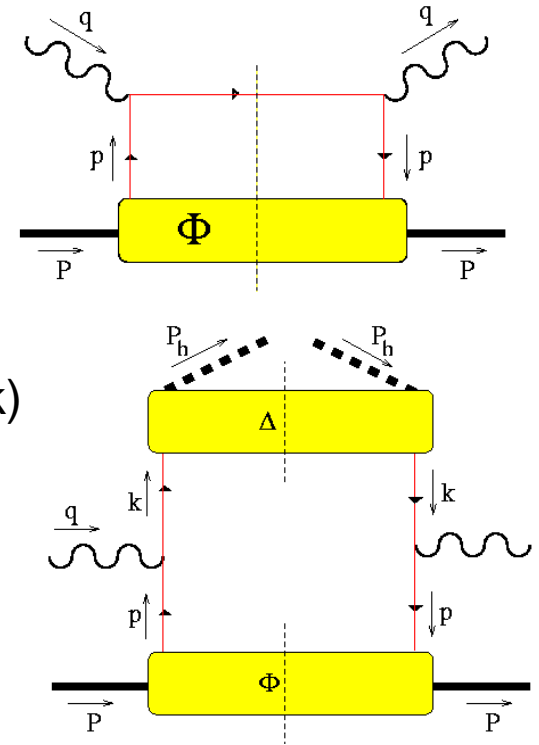
quark "decade" in adrone non colorato  
confinamento → neutralizzazione del colore

$$Q^2 \rightarrow \infty \sum_f e_f^2 \int dp^- d\mathbf{p}_T dk^+ d\mathbf{k}_T \delta(\mathbf{p}_T + \mathbf{q}_T - \mathbf{k}_T) \text{Tr} [\Phi(p, P, S) \gamma^\mu \Delta(k, P_h, S_h) \gamma^\nu] \Big|_{k^- = P_h^- / z}^{p^+ = xP^+} + \left( \begin{array}{c} \mu \leftrightarrow \nu \\ q \leftrightarrow -q \end{array} \right)$$

$$\Phi(p, P, S) = \int \frac{d^4\xi}{(2\pi)^4} e^{-ip \cdot \xi} \langle P, S | \bar{\psi}(\xi) \psi(0) | P, S \rangle$$

$$\Delta(k, P_h, S_h) = \sum_X \int \frac{d^4\zeta}{(2\pi)^4} e^{ik \cdot \zeta} \langle 0 | \psi(\zeta) | P_h S_h, X \rangle \langle P_h S_h, X | \bar{\psi}(0) | 0 \rangle$$

similmente  
per antiquark



## contributi al leading twist

decomposizione della matrice di Dirac  $\Delta(k, P_h, S_h)$  sulla base delle strutture di Dirac e dei 4-(pseudo)vettori  $k, P_h, S_h$  compatibilmente con

Hermiticity  $\gamma^0 \Delta^\dagger(k, P_h, S_h) \gamma^0 = \Delta(k, P_h, S_h)$

invarianza per parita'  $\gamma^0 \Delta(\tilde{k}, \tilde{P}_h, \tilde{S}_h) \gamma^0 = \Delta(k, P_h, S_h)$   $\tilde{a} = (a^0, -\vec{a})$

~~“ “ time-reversal  $(i\gamma^1\gamma^3 \Delta^\dagger(\tilde{k}, \tilde{P}_h, \tilde{S}_h) i\gamma^1\gamma^3)^* = \Delta(k, P_h, S_h)$~~

base di Dirac

$\mathbf{1}, \gamma^\mu, \gamma_5, \gamma^\mu \gamma_5, i\sigma^{\mu\nu} \gamma_5$

$$\Delta(k, P_h, S_h) = B_1 M_h + B_2 \not{P}_h + B_3 \not{k} + iB_4 k \cdot S_h \gamma_5 + B_5 M_h \not{S}_h \gamma_5 + B_6 \frac{k \cdot S_h}{M_h} \not{P}_h \gamma_5 + B_7 \frac{k \cdot S_h}{M_h} \not{k} \gamma_5 + B_8 \gamma_5 \epsilon_{\mu\nu\rho\sigma} \gamma^\mu P_h^\nu S_h^\rho k^\sigma$$

$$\Delta^{[\Gamma]}(z, S_h) = \frac{1}{4z} \int dk^+ d\mathbf{k}_T \text{Tr} [\Delta(k, P_h, S_h) \Gamma] \Big|_{k^- = P_h^- / z}$$

$$\Delta^{[\gamma^-]}(z, S_h) = D_1(z) \quad D_1 = \bullet \longrightarrow \bigcirc$$

$$\Delta^{[\gamma^- \gamma_5]}(z, S_h) = \lambda_h G_1(z) \quad G_1 = \left( \bullet \xrightarrow{\text{red}} \bigcirc \xrightarrow{\text{green}} \right) - \left( \bullet \xleftarrow{\text{red}} \bigcirc \xrightarrow{\text{green}} \right)$$

nessuna struttura chiral-odd !

(continua)

decomposizione della matrice di Dirac  $\Delta(k, P_h, S_h)$  compatibilmente con Hermiticity e invarianza per parita`

$$\Delta(k, P_h, S_h) = \dots + \frac{B_9}{M_h} \sigma_{\mu\nu} k^\mu P_h^\nu + i B_{10} \sigma_{\mu\nu} \gamma_5 k^\mu S_h^\nu$$

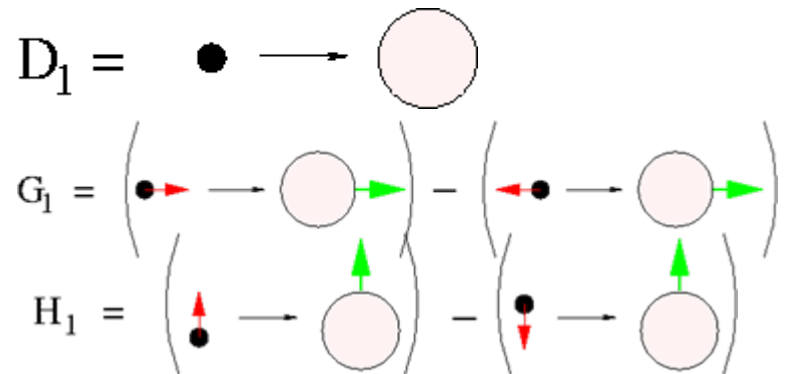
$$+ i B_{11} \sigma_{\mu\nu} \gamma_5 P_h^\mu S_h^\nu + i B_{12} \frac{k \cdot S_h}{M_h^2} \sigma_{\mu\nu} \gamma_5 k^\mu P_h^\nu$$

Proiezioni al leading twist

$$\Delta^{[\gamma^-]}(z, S_h) = D_1(z)$$

$$\Delta^{[\gamma^- \gamma_5]}(z, S_h) = \lambda_h G_1(z)$$

$$\Delta^{[i\sigma^{i-} \gamma_5]}(z, S_h) = S_{hT}^i H_1(z)$$



chiral-odd



## Naive $T$ -reversal transformation

$|a\rangle =$   system with some spin and momentum

$|-a\rangle =$   flipping spin and momentum

$|i\rangle, |f\rangle$  initial, final states of the system;  $T_{if}$  trans. matrix;  $T$ -rev.  $\rightarrow |T_{if}|^2 = |T_{f-i}|^2$

naive  $T$ -reversal transformation :  $T_{-i-f}$

$$A = |T_{if}|^2 - |T_{-i-f}|^2$$

no FSI  $\Rightarrow |i\rangle \leftrightarrow |f\rangle$  ;  $A = 0$  ;  $T$ -rev. = naive  $T$ -rev.

FSI  $\Rightarrow |i\rangle \neq |f\rangle$  ;  $T$ -rev. OK

but  $A \neq 0 \propto \Im [\text{Born} \times \text{rescatt.}^*]$



(continua)

proiezione di  $\Delta$  su (chiralita'  $\chi = R/L$  del quark)  $\otimes$  (spin  $\Lambda$  di adrone h)

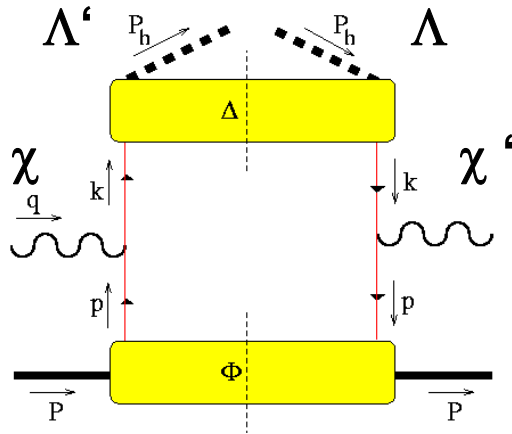
$$\Delta(z, S_h) = \frac{z}{4} \int dk^+ d\mathbf{k}_T \Delta(k, P_h, S_h) \Big|_{k^- = P_h^- / z}$$

$$P_- \Delta(z, S_h) \gamma^- = [D_1(z) + \lambda_h G_1(z) \gamma_5 + H_1(x) \gamma_5 \not{S}_{hT}] P_-$$

$$u_{+R} = P_+ P_R u = \frac{1}{2} \gamma^- \gamma^+ \frac{1 + \gamma_5}{2} u$$

$$u_{+L} = P_+ P_L u = \frac{1}{2} \gamma^- \gamma^+ \frac{1 - \gamma_5}{2} u$$

$$u_{+\chi'} (P_- \Delta \gamma^-) u_{+\chi} \equiv \Delta_{\chi\chi'} = \rho_{\Lambda\Lambda'} \Delta_{\chi'\chi}^{\Lambda'\Lambda}$$




$$\Delta_{\chi'\chi}^{\Lambda'\Lambda} = \begin{array}{cc} \begin{array}{cc} \text{RR} & \text{RL} \end{array} \\ \left( \begin{array}{cc|cc} D_1 + G_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & D_1 - G_1 & 2H_1 & 0 \\ \hline 0 & 2H_1 & D_1 - G_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & D_1 + G_1 \end{array} \right) \\ \begin{array}{cc} \text{LR} & \text{LL} \end{array} \end{array}$$

$$H_1 = \left( \begin{array}{c} \uparrow \\ \bullet \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} \uparrow \\ \circ \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \bullet \\ \downarrow \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} \uparrow \\ \circ \end{array} \right) \iff \Delta \frac{1}{2} \frac{1}{2} \begin{array}{c} L \\ R \end{array}$$

# SSA in SIDIS

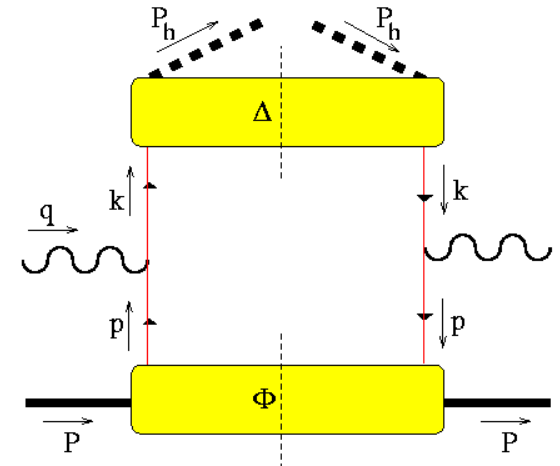
se  $S_h=0$  (ad es.  $\pi$ )  $\rightarrow h_1 \otimes$  (FF chiral-odd)  
appare al twist 3

Se  $S_h \neq 0$  (ad es.  $\Lambda^\uparrow$ ) :  $e p^\uparrow \rightarrow e' \Lambda^\uparrow X$  al twist 2

$$\frac{d\sigma}{dx dy dz d\phi_S d\phi_{S_h}} = \frac{\alpha^2}{sxQ^2} L_{\mu\nu} \int d\mathbf{P}_{hT} 2MW^{\mu\nu}$$


$$= \frac{2\alpha^2}{sxy^2} \sum_{f,\bar{f}} e_f^2 \left\{ A(y) f_1^f(x) D_1^f(z) + |S_T| |S_{\Lambda T}| B(y) \cos(\phi_S + \phi_{S_h}) x h_1^f(x) H_1^f(z) \right\}$$

$$y = \frac{P \cdot q}{P \cdot p_e} \sim \frac{\nu}{E_e}$$



SSA = depolarizzazione (o coefficiente di trasferimento di polarizzazione)

$$D_{NN} = \frac{d\sigma(p^\uparrow \Lambda^\uparrow) - d\sigma(p^\downarrow \Lambda^\uparrow)}{d\sigma(p^\uparrow \Lambda^\uparrow) + d\sigma(p^\downarrow \Lambda^\uparrow)} \propto |S_T| |S_{\Lambda T}| \cos(\phi_S + \phi_{S_h}) \frac{B(y)}{A(y)} \frac{\sum_{f\bar{f}} e_f^2 h_1^f(x) H_1^f(z)}{\sum_{f\bar{f}} e_f^2 f_1^f(x) D_1^f(z)}$$



(continua)

Similmente per  
 $p \, p^\uparrow \rightarrow \Lambda^\uparrow X$

$$D_{NN} \propto |S_T| |S_{\Lambda_T}| \frac{\sum_{f\bar{f}} e_f^2 f_1^f(x_1) h_1^f(x_2) H_1^f(z)}{\sum_{f\bar{f}} e_f^2 f_1^f(x_1) f_1^f(x_2) D_1^f(z)}$$

**Ma** problema teorico:

$$\Lambda^\uparrow = \{u^\uparrow, d^\downarrow, s^\uparrow\}$$

secondo  $SU_f(3)$

$$H_1 = \left( \begin{array}{c} \uparrow \\ \bullet \end{array} \rightarrow \text{circle} \begin{array}{c} \uparrow \\ \bullet \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \bullet \\ \downarrow \end{array} \rightarrow \text{circle} \begin{array}{c} \uparrow \\ \bullet \end{array} \right)$$

ma quale meccanismo ?

- Riassumendo :**
- SSA in  $p^\uparrow p^\uparrow \rightarrow l^+ l^- X$  improbabile; antiprotoni polarizzati trasversalmente non ancora disponibili
  - SSA in SIDIS con adroni polarizzati, ad es.  $e \, p^\uparrow \rightarrow e' \, \Lambda^\uparrow X$ , implica un meccanismo di trasferimento di polarizzazione non ancora ben noto
  - SSA in SIDIS con adroni non polarizzati contribuisce a  $\text{twist} \geq 3$

In tutti i casi difficoltà nell'estrarre  $h_1$  dai dati  $\rightarrow$  altri meccanismi ?