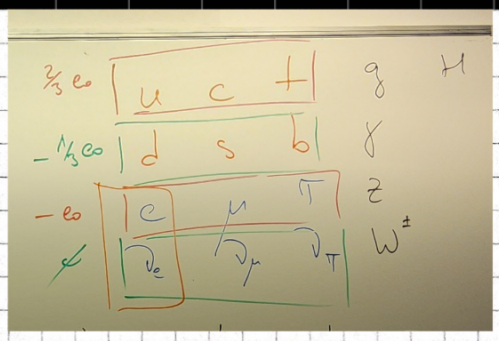
OHRANITVENI ZAKONI:

1) ohranitev polne E
2) ohranitev momenta
3) ohran. el. naboja
4) ohr. B
5) ohr. L (L_e, L_μ, L_τ)
6) ohr. okusa → KEŠI ŠIBKA INTERAKCIJA ! (nabita, mešo $W^\pm$)



KINEMATIKA

↳ 1) klasična limita (pri težkih delcih, npr. cepitev masivnih jeder)

$$E = \sqrt{(mc^2)^2 + (pc)^2}$$

$mc^2 \gg pc$

$$\Rightarrow T \sim \frac{p^2}{2m}$$

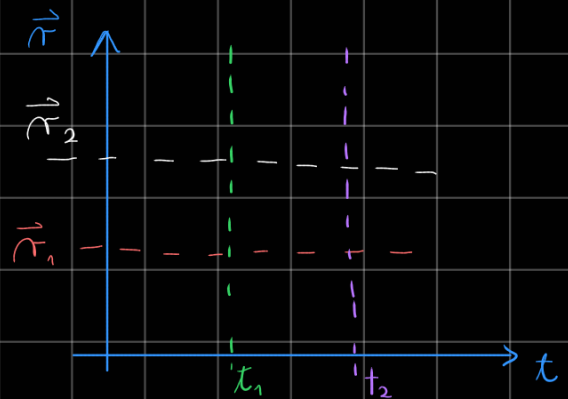
↳ 2) ultrarelativistična limita $pc \gg mc^2 \Rightarrow$ "masa ne igra vloge"

VEDNO MOREŠ POKAZAT, DA APROKSIMACIJE VELJAJO!

EM interakcija

$e^- e^- \longrightarrow e^- e^-$ elektrona sta se sipala (tj. približala, interagirala in oddaljila)

Risanje Feynmanovih diagramov (so le shematski prikaz)



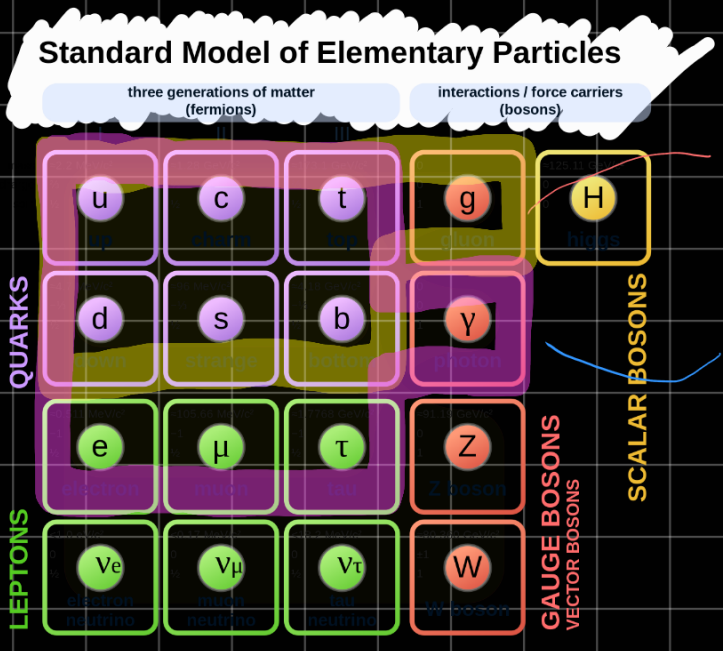
velja $t_1 < t_2$

Procesi, ki jih moramo zvati, delujejo le s pomočjo ene izmed interakcij!

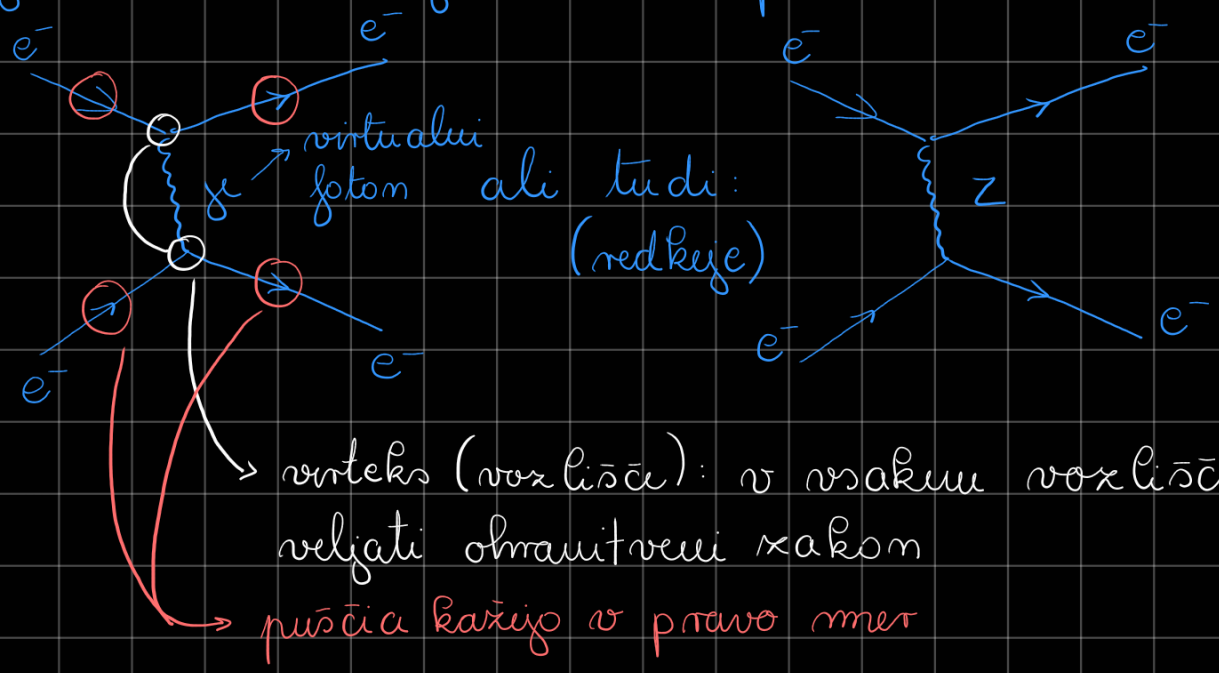
↳ primeri procesov, kjer to ni potrebno?

Preko katere interakcije poteka npr. reakcija?

- ni močna (vedno potika le med delci z barvnim nabojem (kvarki in gluoni))
- morda EM (interakcija pri delcih z el. nabojem)
- morda šibka nevtralna (manj verjetna zaradi masivnosti Z bozona)



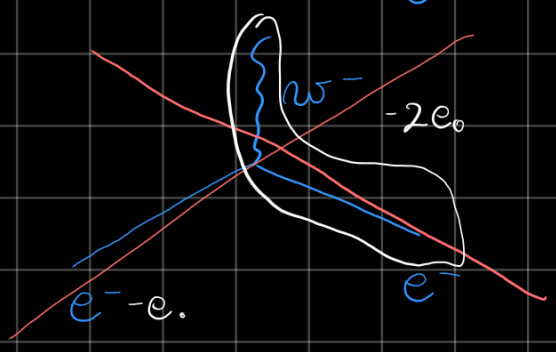
Feynmanov diagram za ta proces



→ vrteks (vozlišču): v vsakem vozlišču mora veljati ohranitveni zakon

→ puščica kažejo v pravo smer

P: ohranitev naboja ne velja

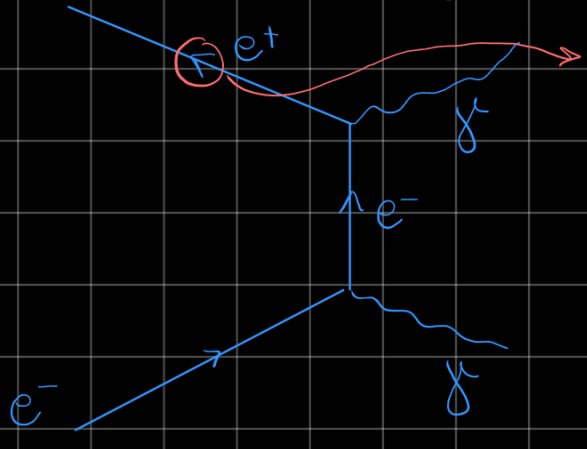


I assume, da imajo vsi naboj $-e_0$.

Kjer nastopa Z bozon, se okus vedno ohrani (zanikrat še ni dokazano drugače)

Anihilacija e^- in e^+: $e^- e^+ \to \gamma\gamma$

Ohranitve: $e_L = e_D = \emptyset$
$L_L = L_D = \emptyset$ leptonsko #
$L_{eL} = L_{eD} = \emptyset$ elektronsko leptonsko #



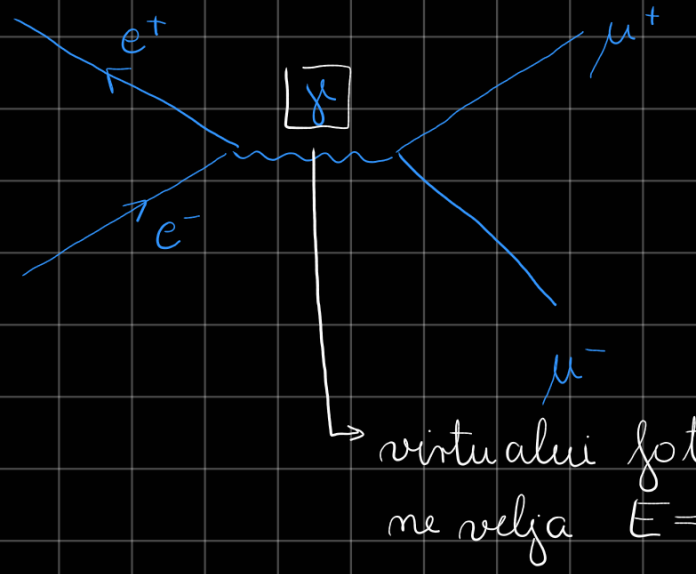
antidelec ima puščico v drugo smer
$\Rightarrow$ nasprotni moment $\to$ matrični el. je z minusom

e^- lahko nekaj časa nastopa kot virtualni delec

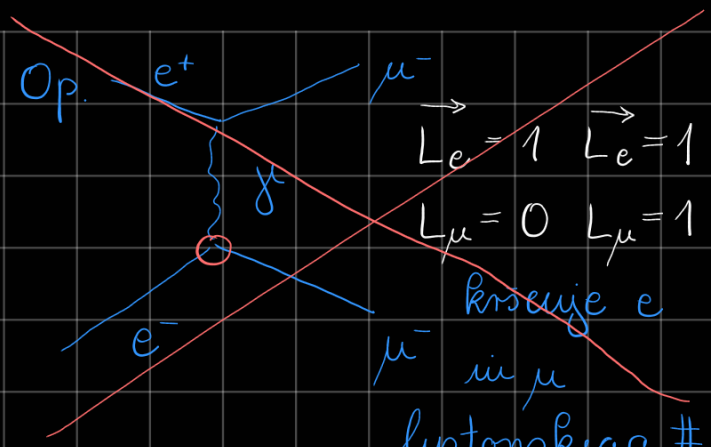
Ker sta γ nosilca EM interakcije, γ nastanu le preko nje.

Fotona v tem primeru sta realna (2, lahko tudi 3, ohranitev GK $\to$ $E = pc$, kar velja za realne fotone)

Kaj pa $e^- e^+ \to \mu^+ \mu^-$



virtualni foton, za katerega ne velja $E = pc$



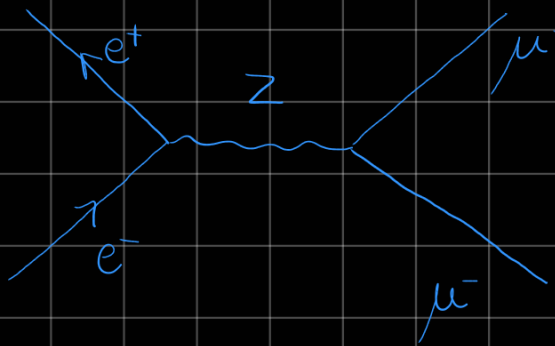
Mislimo si:

① $e^- \longrightarrow \longleftarrow e^+$

② • γ // mirujoč virtualni foton z neničelno m.

③ $\longleftarrow \mu^- \quad \mu^+ \longrightarrow$

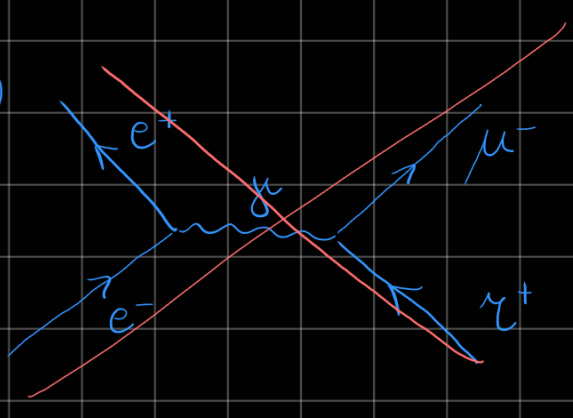
ali



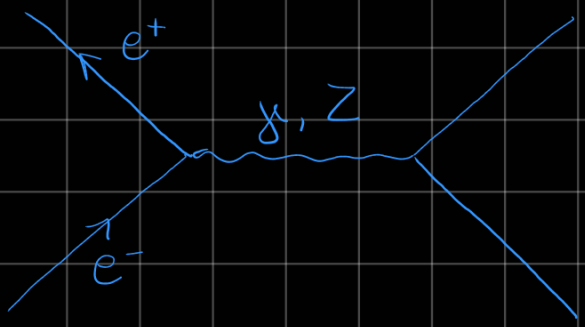
le pri visokih E

je 20 redov, ki ne morejo nastati le pri šibki interakciji

Op.: 1)



krsitev L_μ, L_ν



splošni kvark

Ohranitev okusa ni kršena

edino šibka interakcija se sklaplja z gluoni

vedno nastane par nevtrinov istega okusa

Primer močne interakcije

Razpad mezona ρ^0: $\rho^0 \longrightarrow \pi^+ \pi^-$

$(u\bar{u})$ $(u\bar{d})(d\bar{u})$

1) Energija $m_{\rho^0}c^2 \geq c^2(m_{\pi^+} + m_{\pi^-})$ Če je na levi strani več kot en delec tega pogoja ne rabim → kvi. en.

3) naboj $e_L = e_D = \emptyset$

4) barionsko število $B_L = 0$ $B_D = 0$

5) leptonsko število $L_L = 0$ $L_D = 0$

6) okus: ni križnih okusa, vsi kvarki imajo antikvark nabita delca

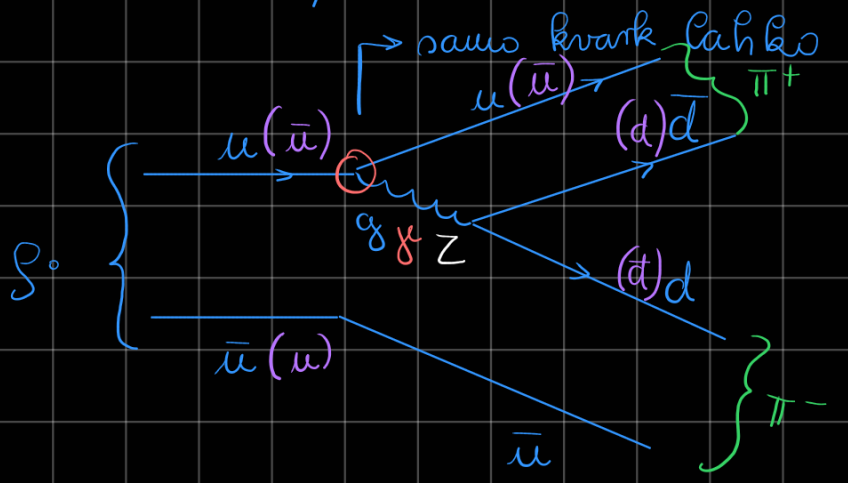
↑

Če ni križnih okusa, lahko reakcija poteka preko močne, EM

ni šibke interakcije

Močna interakcija, a nastopi, prevladuje

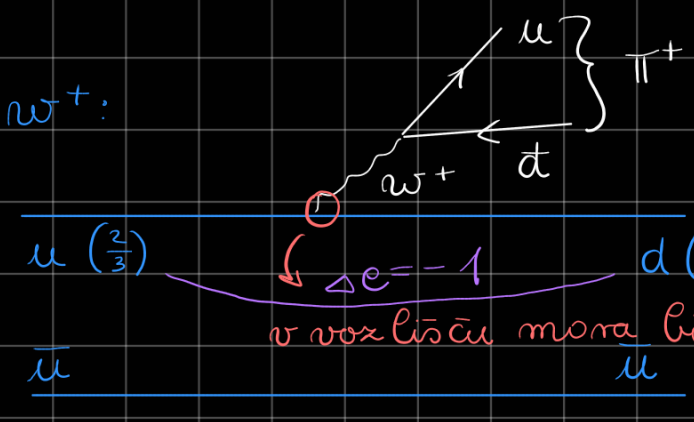
Preko močne, EM ni šibke interakcije



Op. simetrično lahko gluon izsva tudi (ū)
↳ na kolokviju narīši oba načina

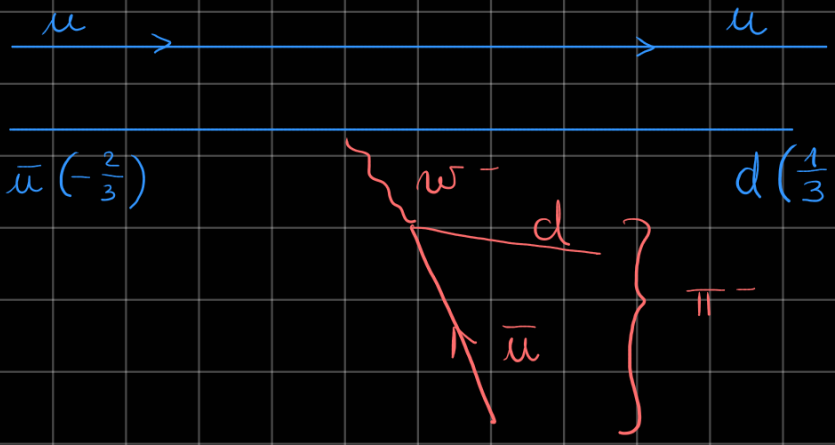
Gluon je predstavljen s spiralo
Kaj pa preko nabite šibke interakcije? Potrebujemo spremembo naboja ni tudi okusov

W^+:



W^-:

$W^\pm$ bozon vedno krši okus



Zorko 6.7

(u,u,d)

a) $p e^- \longrightarrow n \bar{\nu}_e$
(u,d,d)

1), 2) ✓

3) $e_L = e_D = 0$

4) $B_L = B_D = 0$ $\quad B = \frac{1}{3}(N_q - N_{\bar{q}})$ oz. štetje barionov

5) $L_L = 1 \quad L_D = 0 \neq 1$ krši ev

$(u\bar{s})$

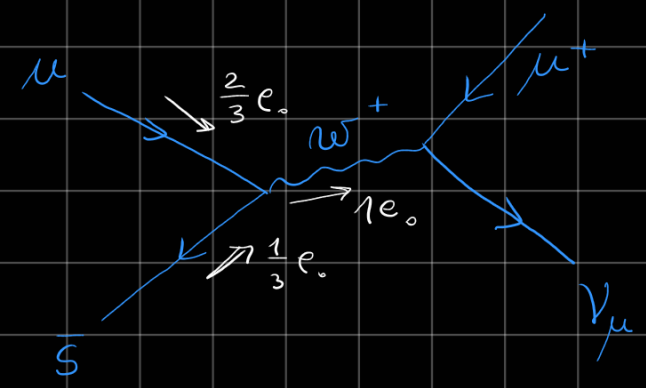
b) $K^+ \longrightarrow \mu^+ \nu_\mu$

1) $m_{K^+} c^2 \geq (m_{\mu^+} + m_{\nu_\mu}) c^2$ ✓

2) $e_L = e_D = 1$

4) $B_L = B_D = 0$

5) $L_L = L_D = 0$



6) krši tev okusa → kvarki so šli (preko $w^\pm$ bozona)

c) $\pi^0 \longrightarrow K^+ e^- \bar{\nu}_e$

$\pi^0 \left(\frac{u\bar{u} + d\bar{d}}{\sqrt{2}}\right) \qquad K^+ (u\bar{s})$

↳ lin. kombinacija dveh valovnih funkcij

$|\pi^0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|u\bar{u}\rangle - |d\bar{d}\rangle)$ ↓ za singletno stanje

1) $\underbrace{m_{\pi^0} c^2}_{134\,\text{MeV}} < \left(\underbrace{m_{K^+}}_{493\,\text{MeV}} + m_{e^-} + m_{\bar{\nu}_e}\right) c^2$

d) $\Lambda^0 \to K^+ K^-$ mezona
$(uds) \quad (u\bar{s})(s\bar{u})$

↳ barion

1) $m_{\Lambda^0} c^2 \geq (m_{K^+} + m_{K^-}) c^2$

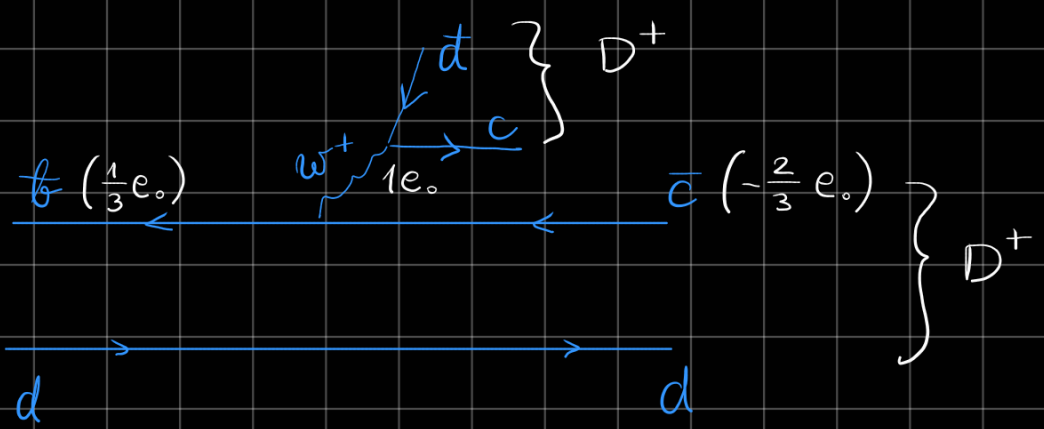
4) kršenu barionsko # $\quad B_\Lambda = 1 \quad B_D = \emptyset$

e) $B^0 \longrightarrow D^+ D^-$
$(d\bar{b}) \quad (c\bar{d})(d\bar{c})$

1) $m_{B^0} c^2 \geq (m_{D^+} + m_{D^-}) c^2$

3), 4), 5) veljajo

6) kršitev okusa → preko šibke interakcije (nabiti)



6.8 Trik: če nastane foton → EM interakcija
∧
če je kršen okus → šibka
} ⇒ NE OBSTAJA