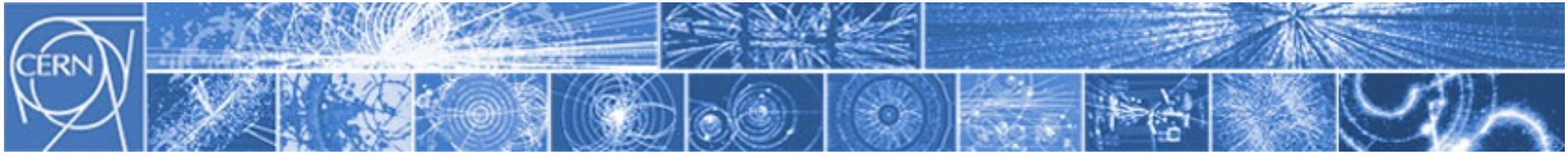


I diagrammi di Feynman al lavoro

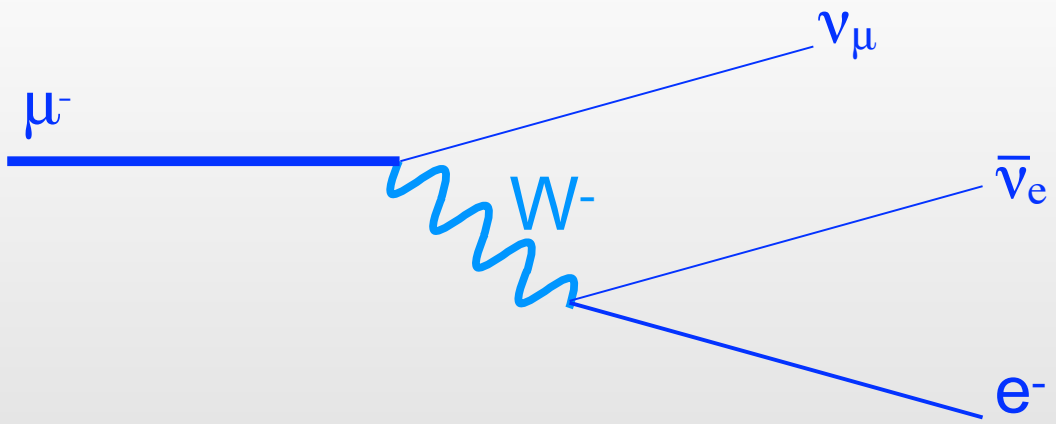
Esempio 4: decadimento del muone

(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)

I diagrammi di Feynman al lavoro

Esempio 4: decadimento del muone

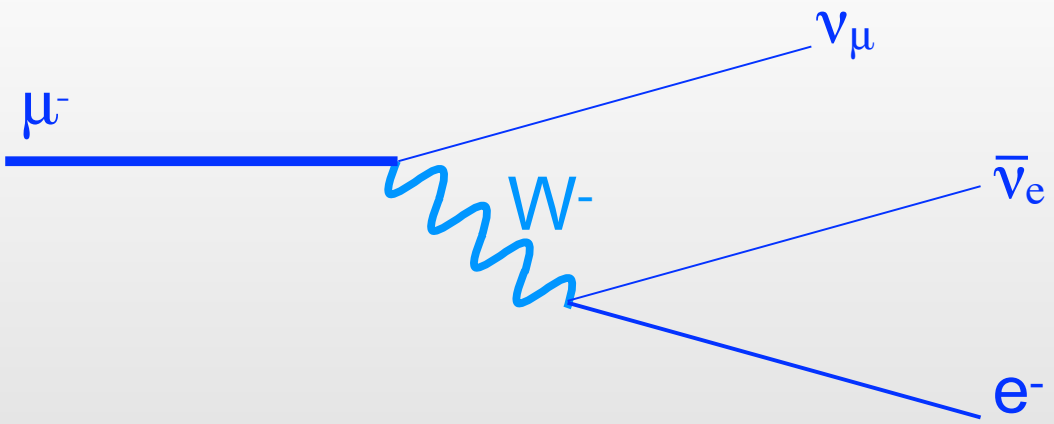
(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)



I diagrammi di Feynman al lavoro

Esempio 4: decadimento del muone

(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)

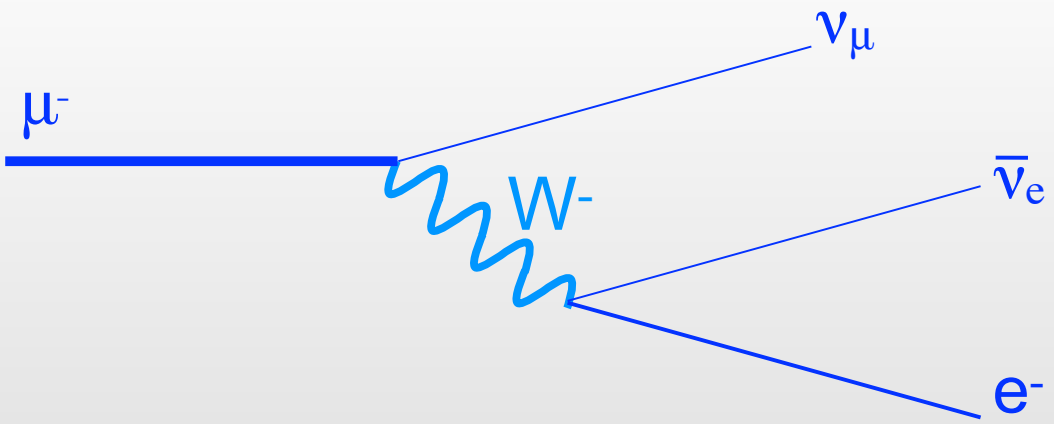


$$\mathcal{L} \simeq -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + i\bar{\Psi}\not{D}\Psi + y_{ij}\Psi_i\Psi_j\phi + |D_\mu\phi|^2 - V(\phi)$$

I diagrammi di Feynman al lavoro

Esempio 4: decadimento del muone

(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)

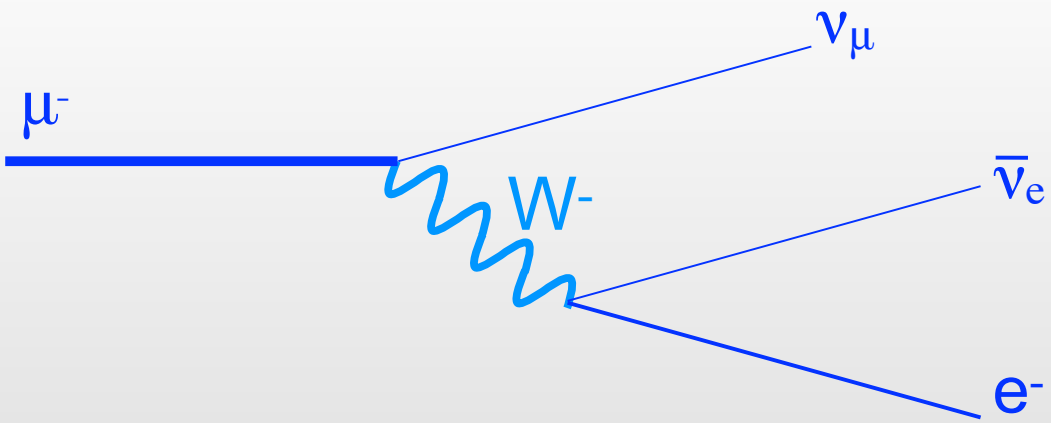


$$\mathcal{L} \simeq -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}$$
$$+i\bar{\Psi}\not{D}\Psi$$
$$+y_{ij}\Psi_i\Psi_j\phi$$
$$+|D_\mu\phi|^2 - V(\phi)$$

I diagrammi di Feynman al lavoro

Esempio 4: decadimento del muone

(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)



$$\mathcal{L} \simeq -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}$$
$$+i\bar{\Psi}\not{D}\Psi$$
$$+y_{ij}\Psi_i\Psi_j\phi$$
$$+|D_\mu\phi|^2 - V(\phi)$$

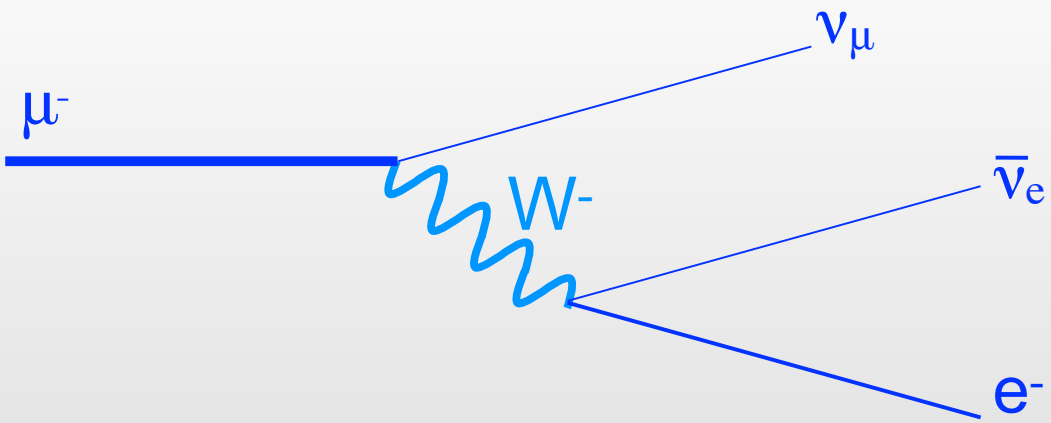
$$\Psi = \begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix}_L = \begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix} \frac{1-\gamma_5}{2}$$

$$\not{D} = \gamma D \supset \gamma\left(-i\frac{g}{\sqrt{2}}W^-\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}\right)$$

I diagrammi di Feynman al lavoro

Esempio 4: decadimento del muone

(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)



$$\mathcal{L} \simeq -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}$$
$$+i\bar{\Psi}\not{D}\Psi$$
$$+y_{ij}\Psi_i\Psi_j\phi$$
$$+|D_\mu\phi|^2 - V(\phi)$$

$$\Psi = \begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix}_L = \begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix} \frac{1-\gamma_5}{2}$$

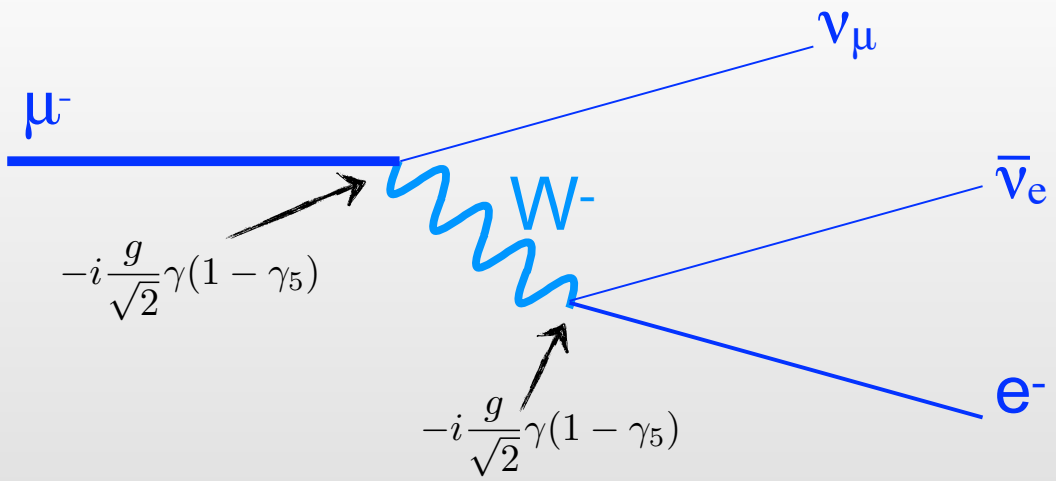
$$\not{D} = \gamma D \supset \gamma\left(-i\frac{g}{\sqrt{2}}W^-\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}\right)$$

$$\simeq \nu_\mu\left(-i\frac{g}{\sqrt{2}}\right)\gamma(1-\gamma_5)W^-\mu$$

I diagrammi di Feynman al lavoro

Esempio 4: decadimento del muone

(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)



$$\mathcal{L} \simeq -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}$$
$$+i\bar{\Psi}\not{D}\Psi$$
$$+y_{ij}\Psi_i\Psi_j\phi$$
$$+|D_\mu\phi|^2 - V(\phi)$$

$$\Psi = \begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix}_L = \begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix} \frac{1-\gamma_5}{2}$$

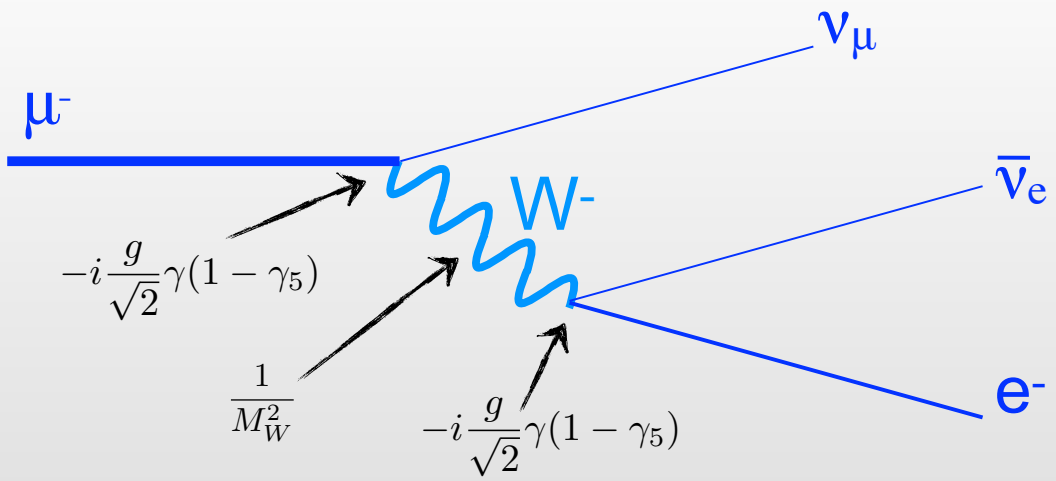
$$\not{D} = \gamma D \supset \gamma\left(-i\frac{g}{\sqrt{2}}W^-\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}\right)$$

$$\simeq \nu_\mu\left(-i\frac{g}{\sqrt{2}}\right)\gamma(1-\gamma_5)W^-\mu$$

I diagrammi di Feynman al lavoro

Esempio 4: decadimento del muone

(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)



$$\mathcal{L} \simeq -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}$$
$$+i\bar{\Psi}\not{D}\Psi$$
$$+y_{ij}\Psi_i\Psi_j\phi$$
$$+|D_\mu\phi|^2 - V(\phi)$$

$$\Psi = \begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix}_L = \begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix} \frac{1-\gamma_5}{2}$$

$$\not{D} = \gamma D \supset \gamma\left(-i\frac{g}{\sqrt{2}}W^-\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}\right)$$

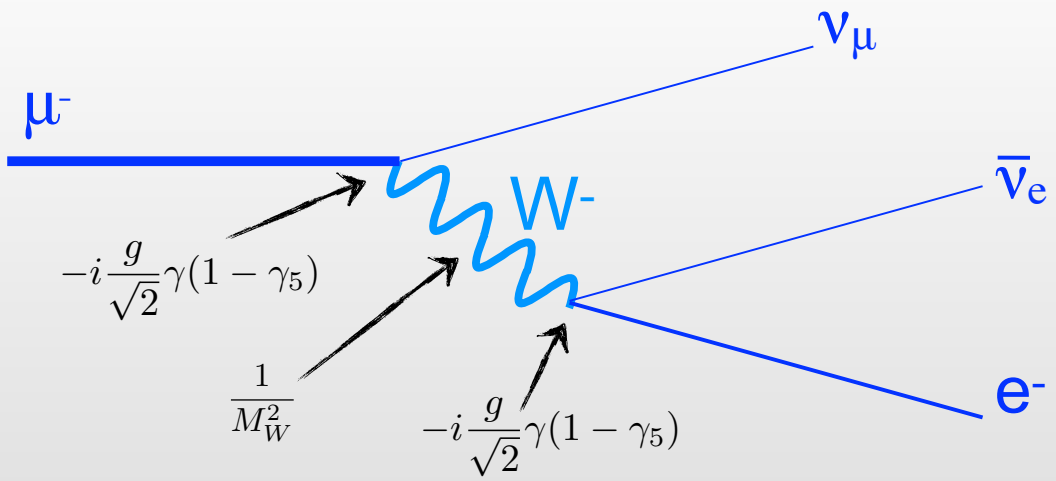
$$\simeq \nu_\mu\left(-i\frac{g}{\sqrt{2}}\right)\gamma(1-\gamma_5)W^-\mu$$

$$\propto \frac{1}{M_W^2 - p^2} \to \frac{1}{M_W^2}$$

I diagrammi di Feynman al lavoro

Esempio 4: decadimento del muone

(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)



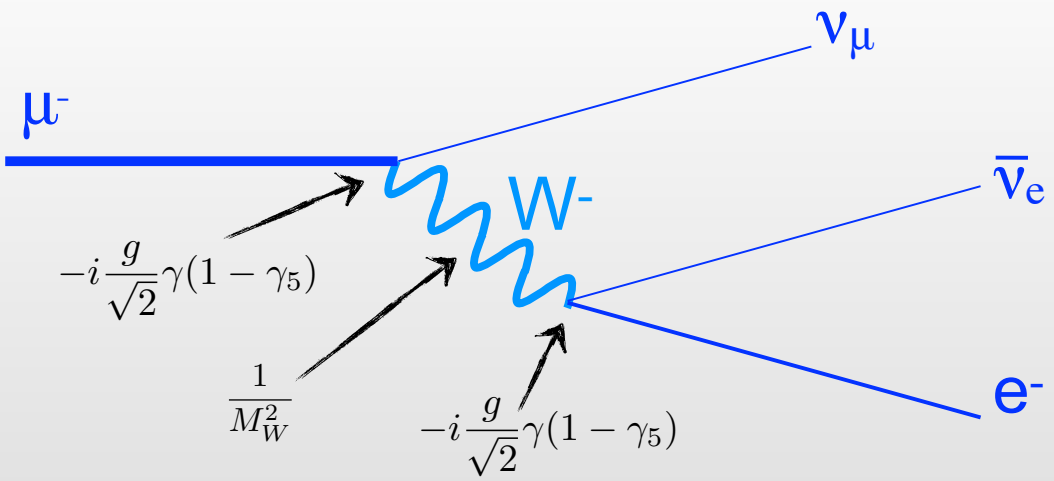
$$\mathcal{L} \simeq -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}$$
$$+i\bar{\Psi}\not{D}\Psi$$
$$+y_{ij}\Psi_i\Psi_j\phi$$
$$+|D_\mu\phi|^2 - V(\phi)$$

ampiezza: $|\mathcal{M}| \propto \frac{g^2}{2}\left[\nu_\mu\,\gamma(1-\gamma_5)\,\mu\right]\frac{1}{M_W^2}\left[e\,\gamma(1-\gamma_5)\,\nu_e\right]$

I diagrammi di Feynman al lavoro

Esempio 4: decadimento del muone

(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)



$$\mathcal{L} \simeq -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}$$
$$+i\bar{\Psi}\not{D}\Psi$$
$$+y_{ij}\Psi_i\Psi_j\phi$$
$$+|D_\mu\phi|^2 - V(\phi)$$

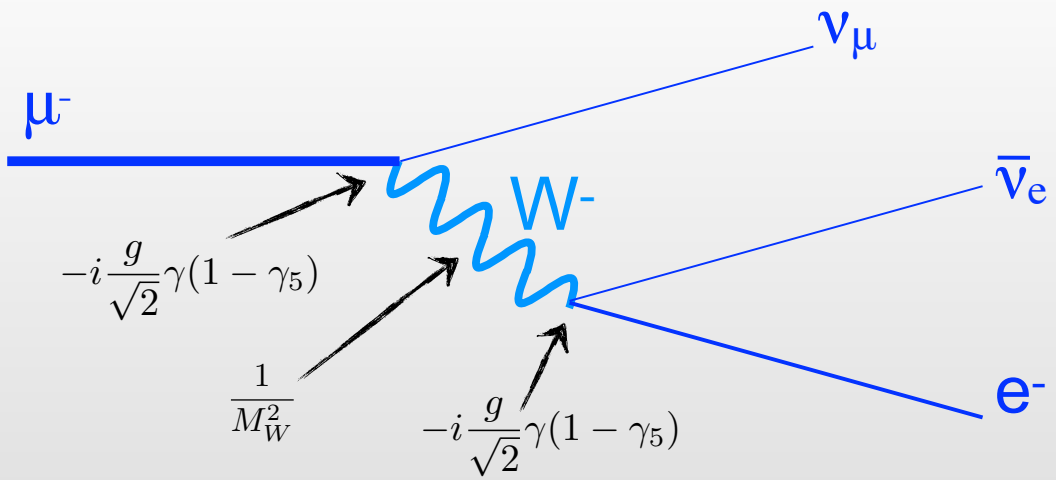
ampiezza: $|\mathcal{M}| \propto \frac{g^2}{2}\left[\nu_\mu\,\gamma(1-\gamma_5)\,\mu\right]\frac{1}{M_W^2}\left[e\,\gamma(1-\gamma_5)\,\nu_e\right]$

tasso di decadimento: $\Gamma \propto |\mathcal{M}|^2$

I diagrammi di Feynman al lavoro

Esempio 4: decadimento del muone

(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)



$$\mathcal{L} \simeq -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + i\bar{\Psi}\not{D}\Psi + y_{ij}\Psi_i\Psi_j\phi + |D_\mu\phi|^2 - V(\phi)$$

ampiezza: $$|\mathcal{M}| \propto \frac{g^2}{2}\left[\nu_\mu\,\gamma(1-\gamma_5)\,\mu\right]\frac{1}{M_W^2}\left[e\,\gamma(1-\gamma_5)\,\nu_e\right]$$

"...dopo una serie di facili passaggi, si può facilmente dimostrare che..."

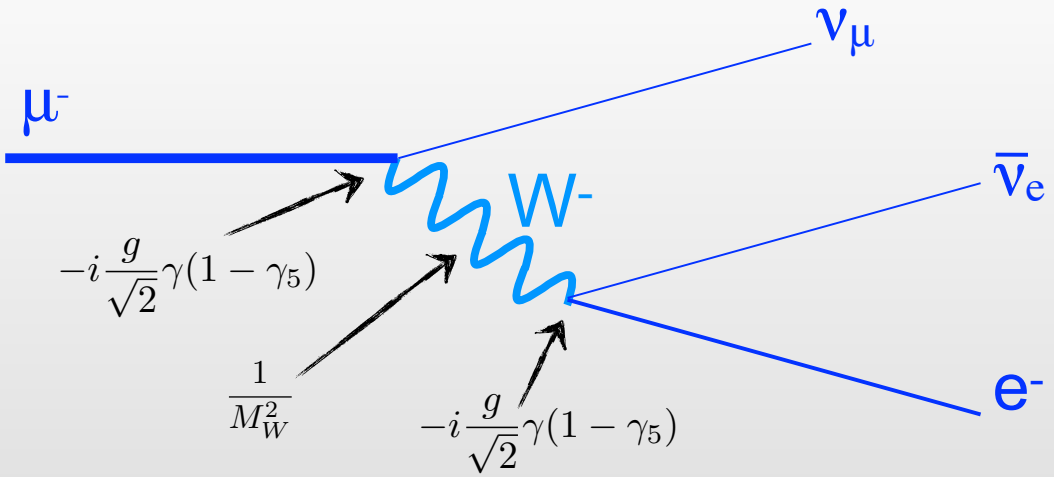
$$G_F = \frac{\sqrt{2}\,g^2}{8\,M_W^2}$$

tasso di decadimento: $$\Gamma = \frac{1}{192\,\pi^3}\,G_F^2\,m_\mu^5$$

I diagrammi di Feynman al lavoro

Esempio 4: decadimento del muone

(piuttosto rigoroso: ma per i dettagli ci vorrebbe un intero corso di QFT!)



$$\mathcal{L} \simeq -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + i\bar{\Psi}\not{D}\Psi + y_{ij}\Psi_i\Psi_j\phi + |D_\mu\phi|^2 - V(\phi)$$

ampiezza: $$|\mathcal{M}| \propto \frac{g^2}{2}\left[\nu_\mu\,\gamma(1-\gamma_5)\,\mu\right]\frac{1}{M_W^2}\left[e\,\gamma(1-\gamma_5)\,\nu_e\right]$$

"...dopo una serie di facili passaggi, si può facilmente dimostrare che..."

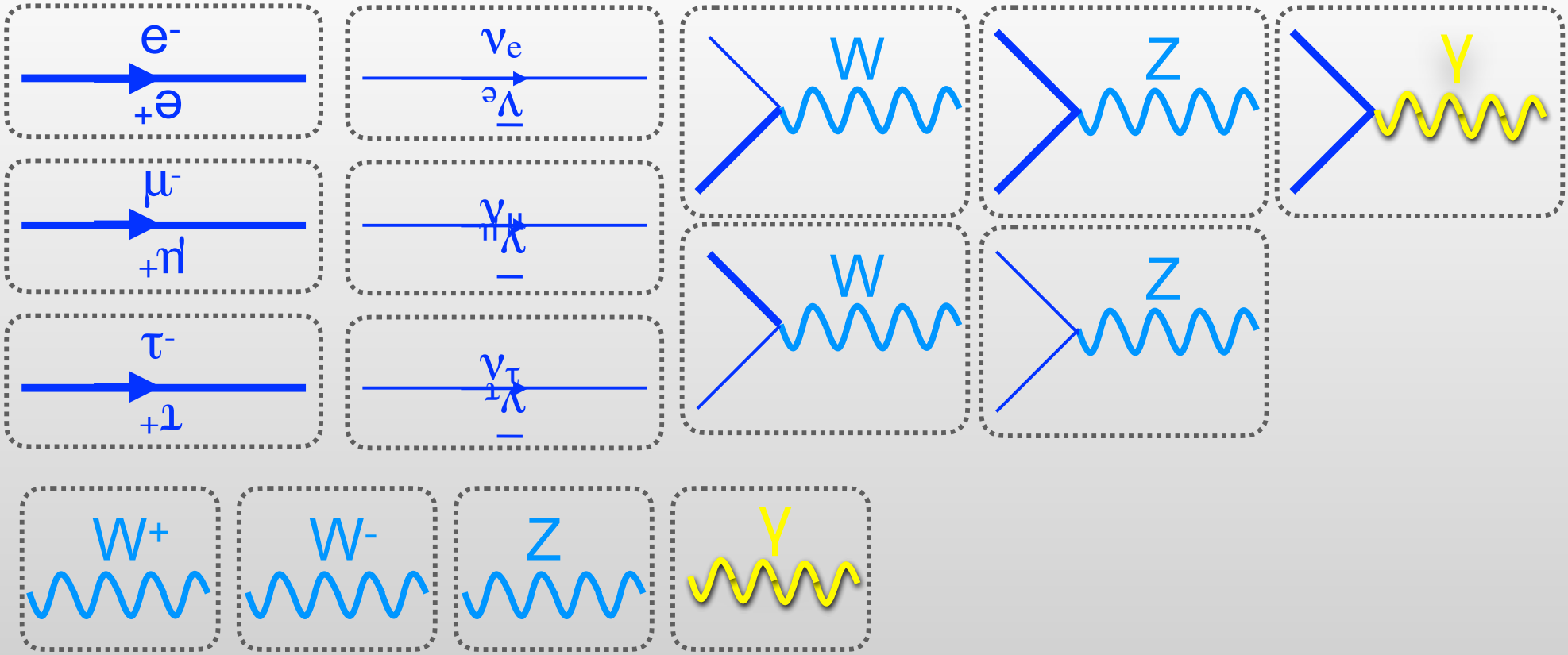
$$G_F = \frac{\sqrt{2}\,g^2}{8\,M_W^2}$$

tasso di decadimento: $$\Gamma = \frac{1}{192\,\pi^3}\,G_F^2\,m_\mu^5$$

vita media: $$\tau = 1/\Gamma = (2.19703 \pm 0.0004) \times 10^{-6}\ \text{secondi}$$

I diagrammi di Feynman al lavoro:
gioco del domino *(un'idea di presentazione/masterclass?)*

EW Feynman rules

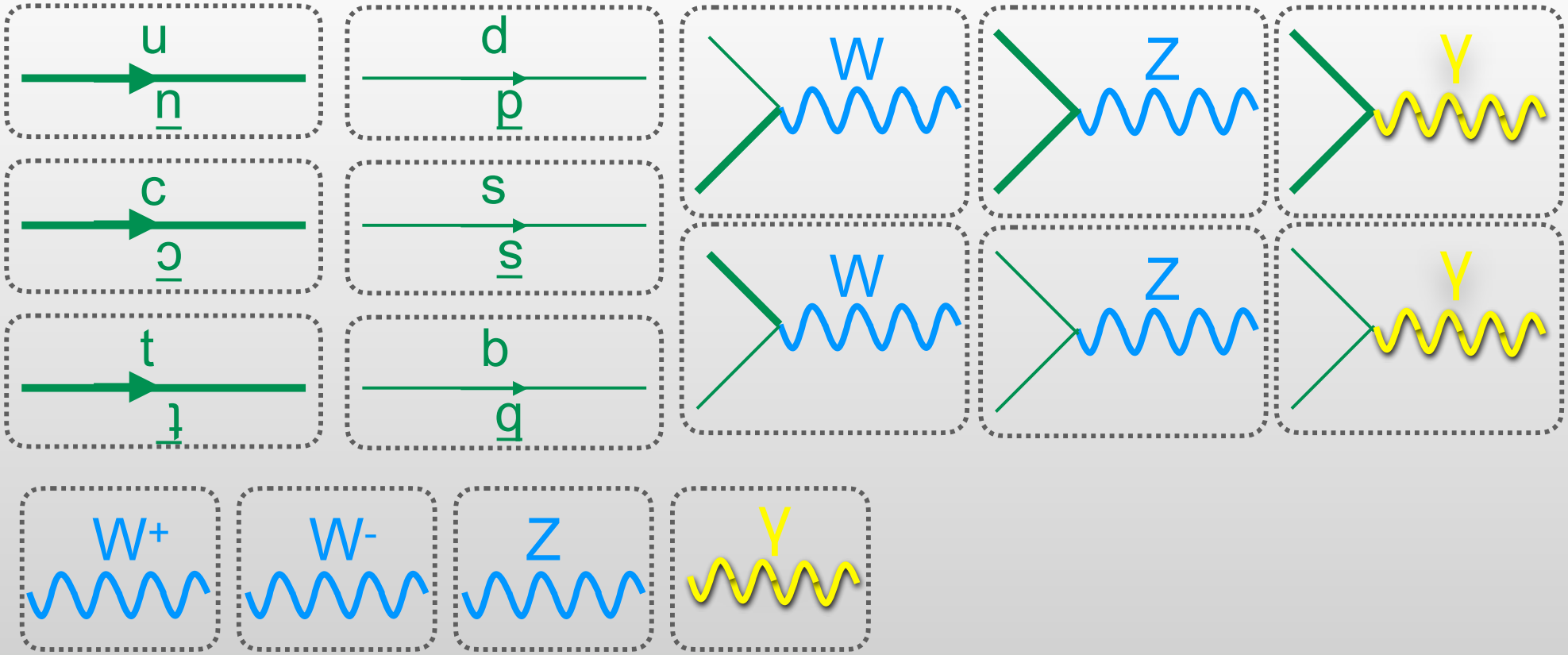


idea ripresa in:

J. Woithe, J. Wiener, F. Van der Veken, *Let's have a coffee with the Standard Model of particle physics!*, Phys. Educ. 52 (2017) 034001

I diagrammi di Feynman al lavoro:
gioco del domino *(un'idea di presentazione/masterclass?)*

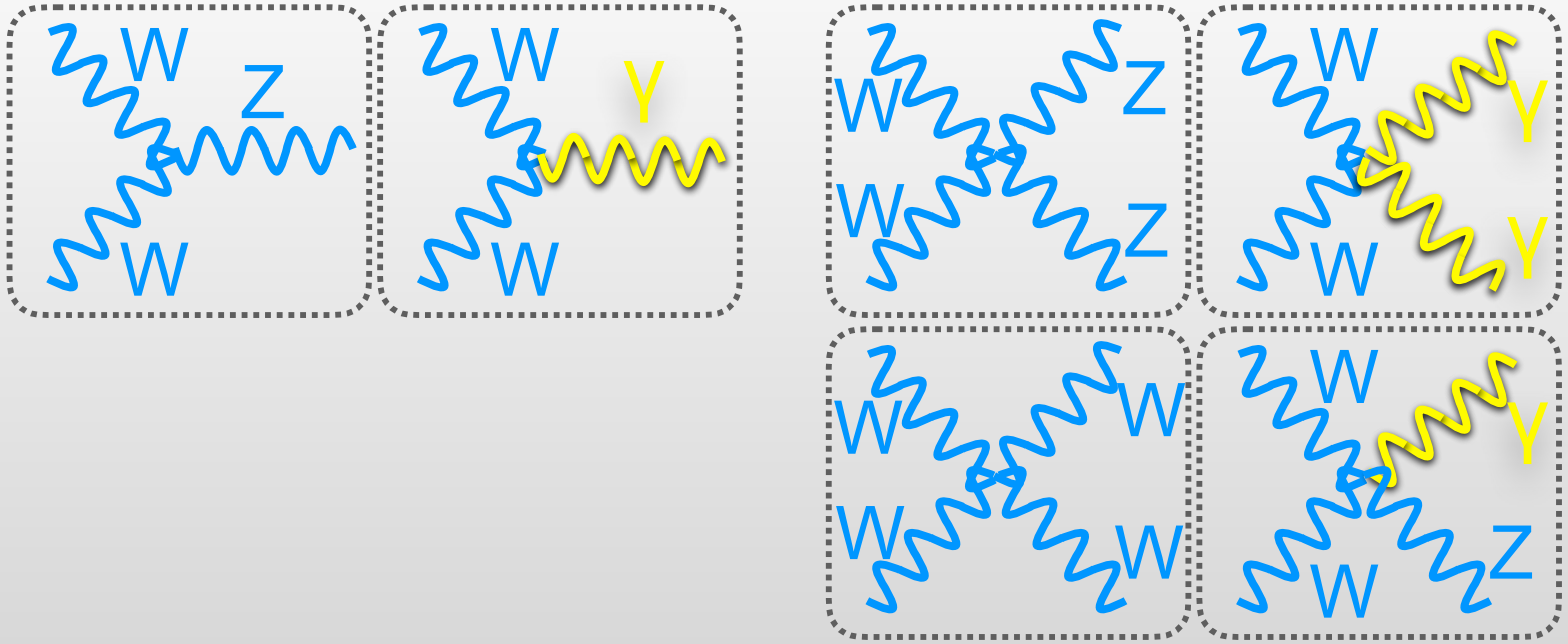
EW Feynman rules



idea ripresa in:
J. Woithe, J. Wiener, F. Van der Veken, *Let's have a coffee with the Standard Model of particle physics!*, Phys. Educ. 52 (2017) 034001

I diagrammi di Feynman al lavoro:
gioco del domino *(un'idea di presentazione/masterclass?)*

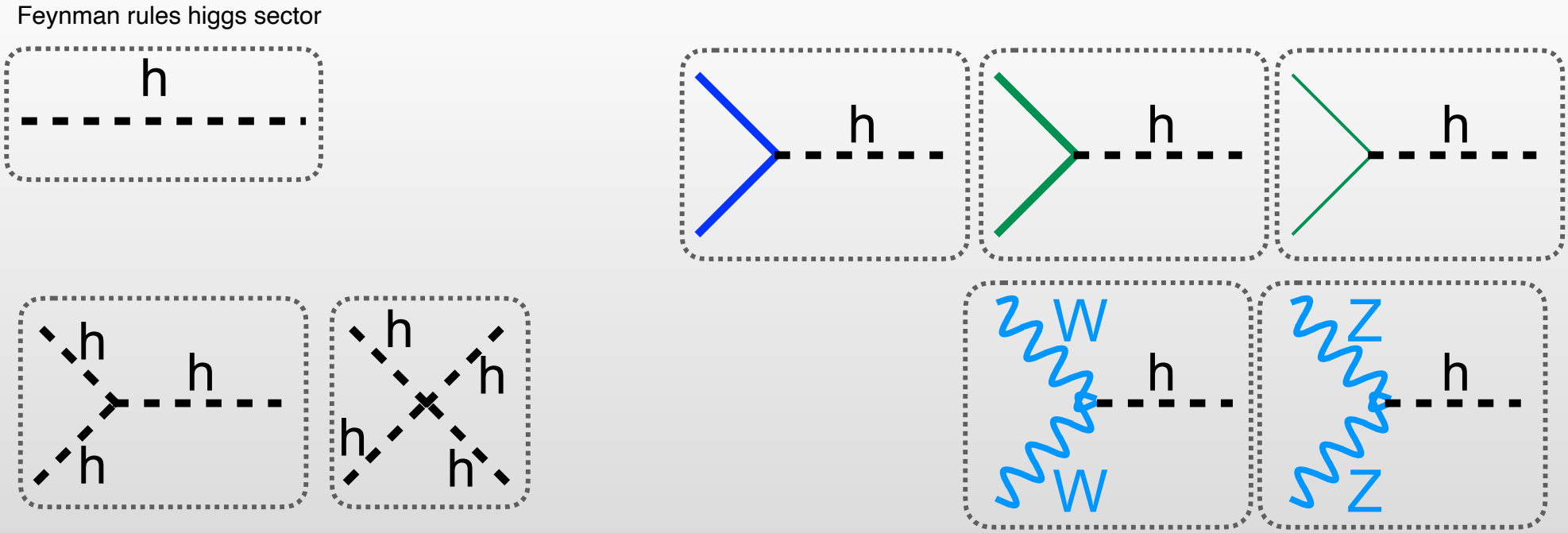
EW Feynman: triple and quartic gauge interactions



idea ripresa in:

J. Woithe, J. Wiener, F. Van der Veken, *Let's have a coffee with the Standard Model of particle physics!*, Phys. Educ. 52 (2017) 034001

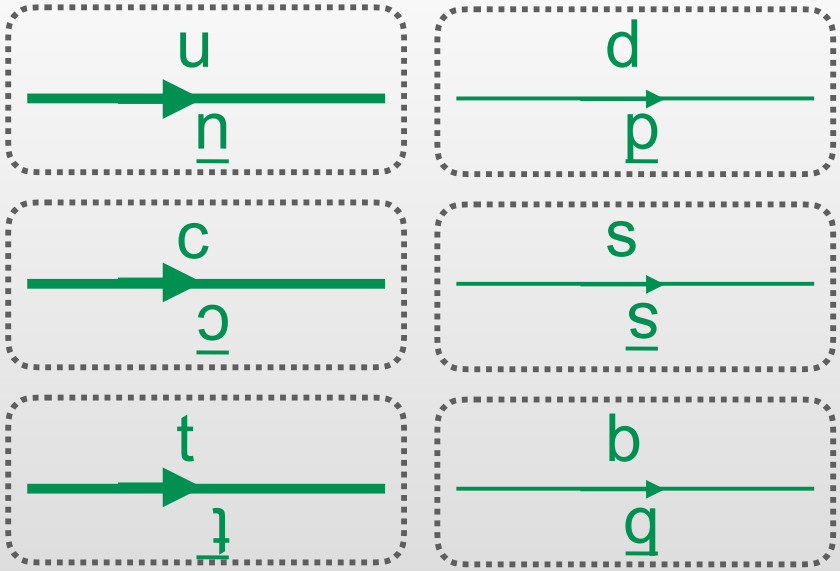
I diagrammi di Feynman al lavoro:
gioco del domino *(un'idea di presentazione/masterclass?)*

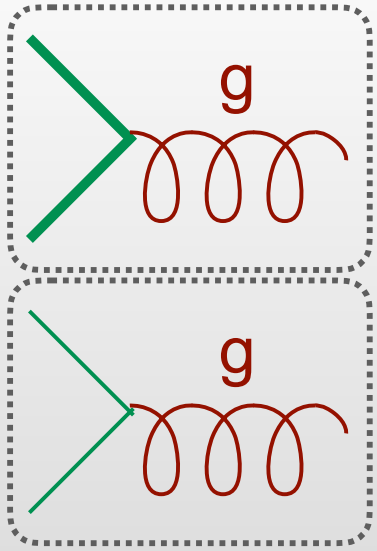


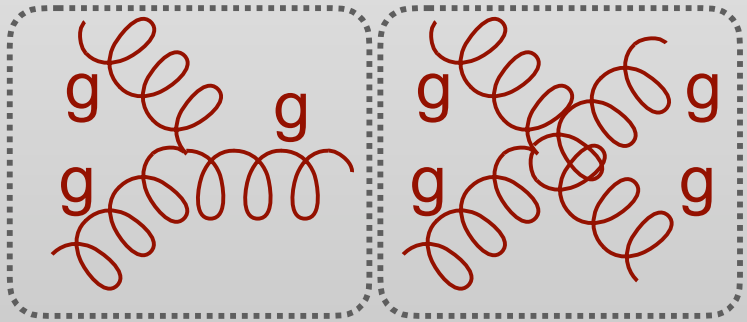
idea ripresa in:
J. Woithe, J. Wiener, F. Van der Veken, *Let's have a coffee with the Standard Model of particle physics!*, Phys. Educ. 52 (2017) 034001

I diagrammi di Feynman al lavoro:
gioco del domino *(un'idea di presentazione/masterclass?)*

QCD Feynman rules







idea ripresa in:

J. Woithe, J. Wiener, F. Van der Veken, *Let's have a coffee with the Standard Model of particle physics!*, Phys. Educ. 52 (2017) 034001

I diagrammi di Feynman al lavoro: *FeynGame* *(un'idea di presentazione/masterclass?)*

Physics > Physics Education

FeynGame

R.V. Harlander, S.Y. Klein, M. Lipp

(Submitted on 28 Feb 2020)

A java-based graphical tool for drawing Feynman diagrams is presented. It differs from similar existing tools in various respects. For example, it is based on models, consisting of particles (lines) and (optionally) vertices, each of which can be given their individual properties (line style, color, arrows, label, etc.). The diagrams can be exported in any standard image format, or as PDF. Aside from its plain graphical aspect, the goal of FeynGame is also educative, as it can check a Feynman diagrams validity. This provides the basis to play games with diagrams, for example. Here we describe on such game where a given set of initial and final states must be connected through a Feynman diagram within a given interaction model.

Comments: 26 pages, several figures and screenshots. FeynGame is available from this https URL

Subjects: **Physics Education (physics.ed-ph)**; High Energy Physics - Phenomenology (hep-ph)

Report number: TTK-20-04

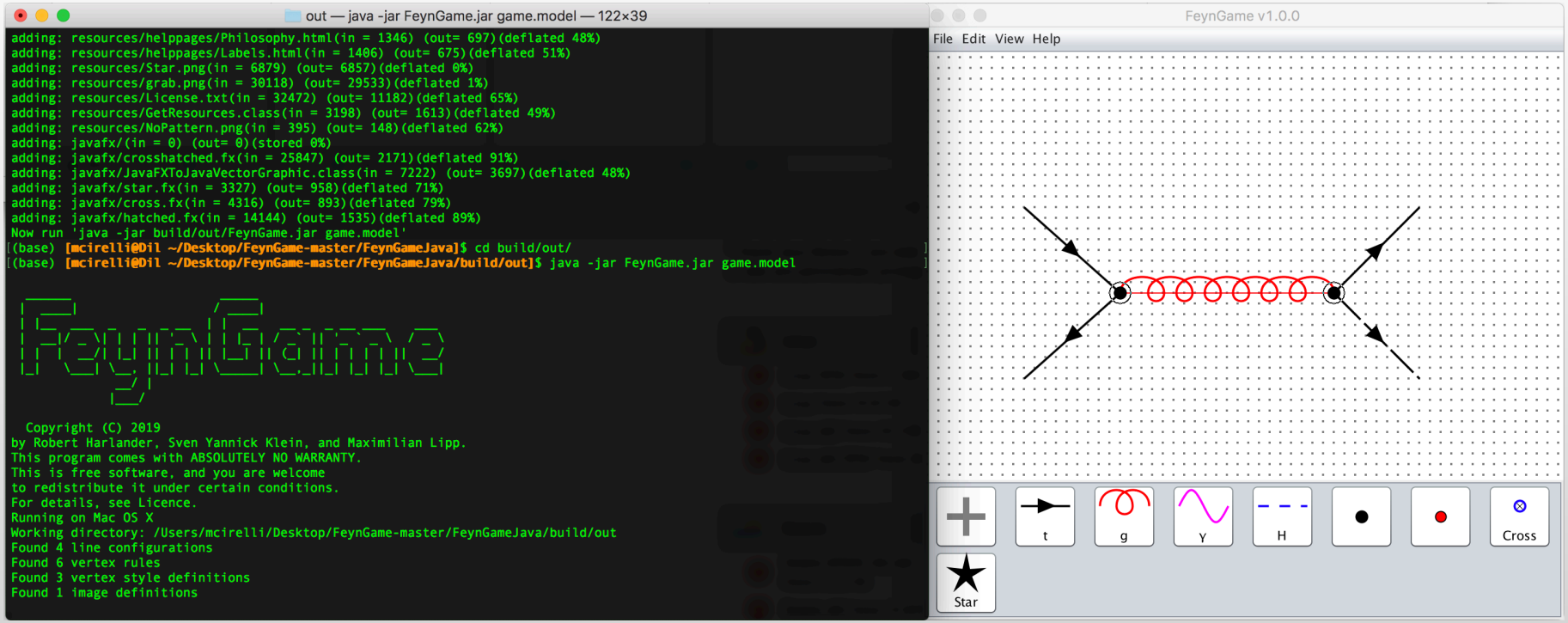
Cite as: arXiv:2003.00896 [physics.ed-ph]

(or arXiv:2003.00896v1 [physics.ed-ph] for this version)

https://arxiv.org/abs/2003.00896

https://gitlab.com/feyngame/FeynGame

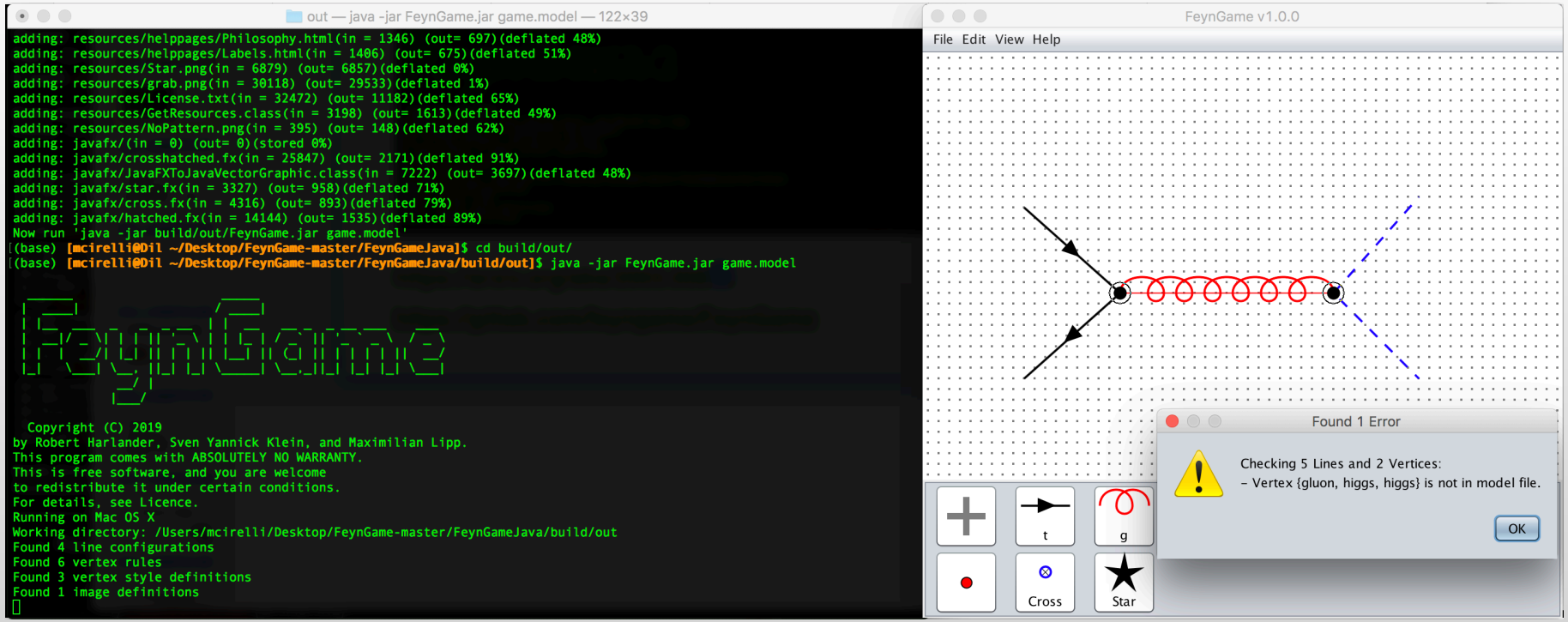
I diagrammi di Feynman al lavoro:
FeynGame *(un'idea di presentazione/masterclass?)*



https://arxiv.org/abs/2003.00896

https://gitlab.com/feyngame/FeynGame

I diagrammi di Feynman al lavoro:
FeynGame *(un'idea di presentazione/masterclass?)*



https://arxiv.org/abs/2003.00896

https://gitlab.com/feyngame/FeynGame

I diagrammi di Feynman al lavoro:
gioco del domino *(un'idea di presentazione/masterclass?)*

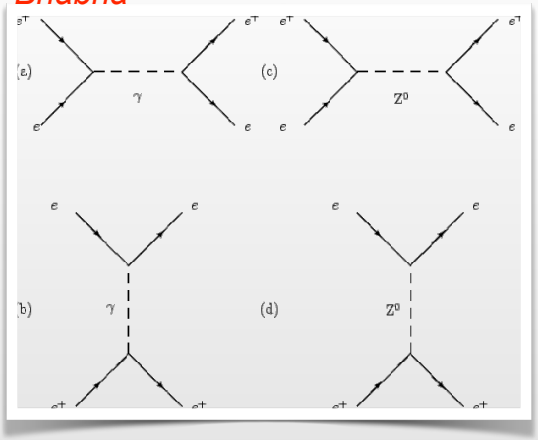
Processi da riprodurre:

- Bhabha scattering: $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ [hint: 4 diagrammi possibili (tree-level)]
- Decadimento beta: $(A,Z) \rightarrow (A,Z+1)\ e^-\ \bar{\nu}$
- Decadimento beta$^+$: $(A,Z) \rightarrow (A,Z-1)\ e^+\ \nu$
- Cattura K: $(A,Z)\ e^- \rightarrow (A,Z-1)\ \nu$
- Decadimento del muone
- Decadimento del top (semi-leptonico, hadronico)
- Scattering $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ [hint: 3 diagrammi possibili (tree-level)]
- Decadimento $K^+ \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-$ [hint: implica sia interazioni deboli che forti]
- …

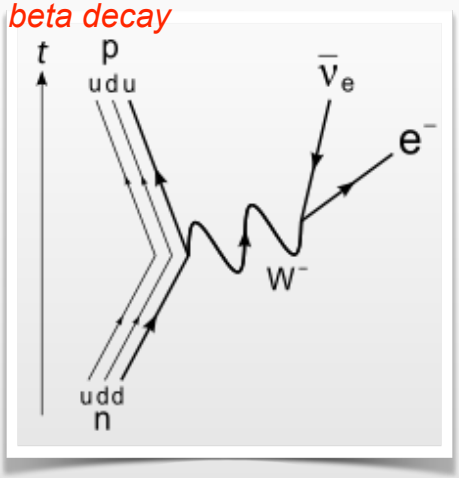
I diagrammi di Feynman al lavoro:
gioco del domino

"Soluzioni"

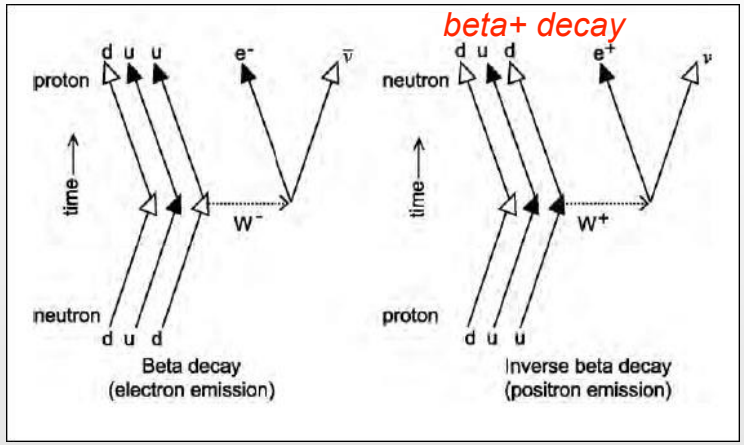
Bhabha



beta decay



beta+ decay



ee -> WW

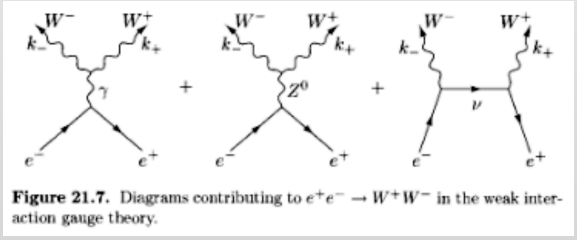
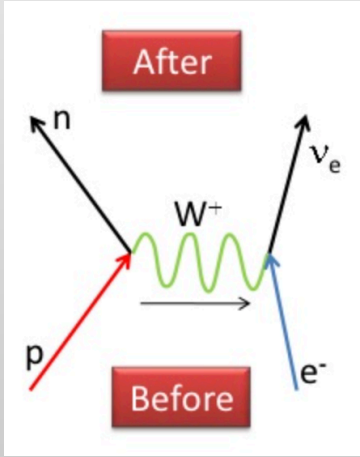
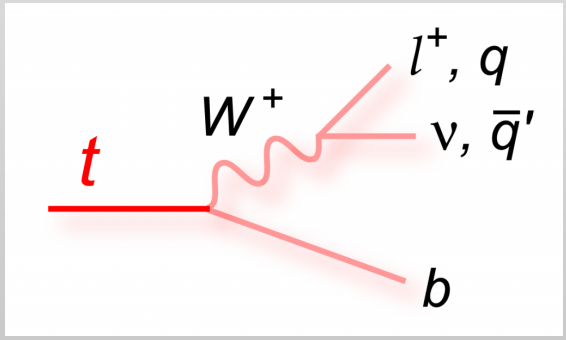


Figure 21.7. Diagrams contributing to $e^+e^- \to W^+W^-$ in the weak interaction gauge theory.

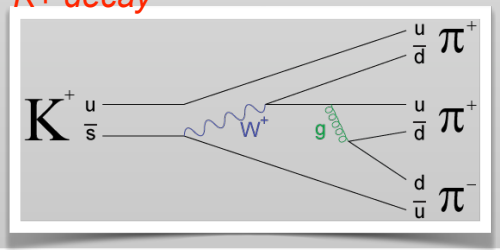
cattura K



top decay (semileptonic, hadronic)



K+ decay



Valeria Fedeli: "Compiti a casa? Sistema che va superato, più attività a scuola"

Di **Andrea Carlino** - 19/11/2017

La ministra dell'Istruzione, **Valeria Fedeli**, a margine della quarta giornata delle Olimpiadi di Debate, interpellata dall'Agenzia Dire, affronta il tema dell'abolizione dei compiti a casa, misura **recentemente introdotta** in Francia.

Ci sono *"tesi a favore e tesi contro* – dice Fedeli – *e questo è ovviamente espressione del dibattito che ci sarebbe in tutta Italia qualora questo diventasse un tema della politica. Credo che ci debba essere un atteggiamento sicuramente migliorativo rispetto a quello tradizionale 'Ti faccio la lezione frontale, poi tu approfondisci a casa da solo'. Credo che questo non sia più il tempo né della sola lezione frontale né dei singoli compiti a casa".*

La ministra osserva che *"i ragazzi hanno bisogno* ***non di schemi rigidi.*** *Ci sono*...

I diagrammi di Feynman al lavoro:
gioco del domino *(un'idea di presentazione/masterclass?)*

Processi da riprodurre:

- Bhabha scattering: $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ [hint: 4 diagrammi possibili (tree-level)]
- Decadimento beta: $(A,Z) \rightarrow (A,Z+1)\ e^-\ \bar{\nu}$
- Decadimento beta$^+$: $(A,Z) \rightarrow (A,Z-1)\ e^+\ \nu$
- Cattura K: $(A,Z)\ e^- \rightarrow (A,Z-1)\ \nu$
- Decadimento del muone
- Decadimento del top (semi-leptonico, hadronico)
- Scattering $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ [hint: 3 diagrammi possibili (tree-level)]
- Decadimento $K^+ \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-$ [hint: implica sia interazioni deboli che forti]
- …