

Urýchľovačová fyzika

(letný semester 2014)

vyučujúci: *M. Gintner, I. Melo*
prednáška: 2 hod/týždeň
cvičenie: 2 hod/týždeň

odporúčaná literatúra:

M. Bombara, M. Gintner, I. Melo:

Invitation to Elementary Particles

ISBN 978-80-554-0620-6, January 2013, EDIS Zilina

teória → experiment

DETEKTOR

meranie veličiny A
možné hodnoty $a_1, a_2, \dots$
príslušné stavy $\psi_1, \psi_2, \dots$

počiatočný
stav

časový
vývoj

koncový
stav

nameraná
hodnota

nameraný
stav

$$\psi(0) \xrightarrow{\hat{H}}$$

$$\psi(t)$$

$$a_k$$

$$\psi_k$$

$$|e^-e^+\rangle \xrightarrow{\hat{H}} |e^-e^+ + \mu^-\mu^+ + \dots\rangle$$

$$\mu^-\mu^+$$

$$|\mu^-\mu^+\rangle$$

$$|e^-e^+\rangle \xrightarrow{\hat{H}} |e^-e^+ + \mu^-\mu^+ + \dots\rangle$$

$$e^-e^+$$

$$|e^-e^+\rangle$$

$$|e^-e^+\rangle \xrightarrow{\hat{H}} |e^-e^+ + \mu^-\mu^+ + \dots\rangle$$

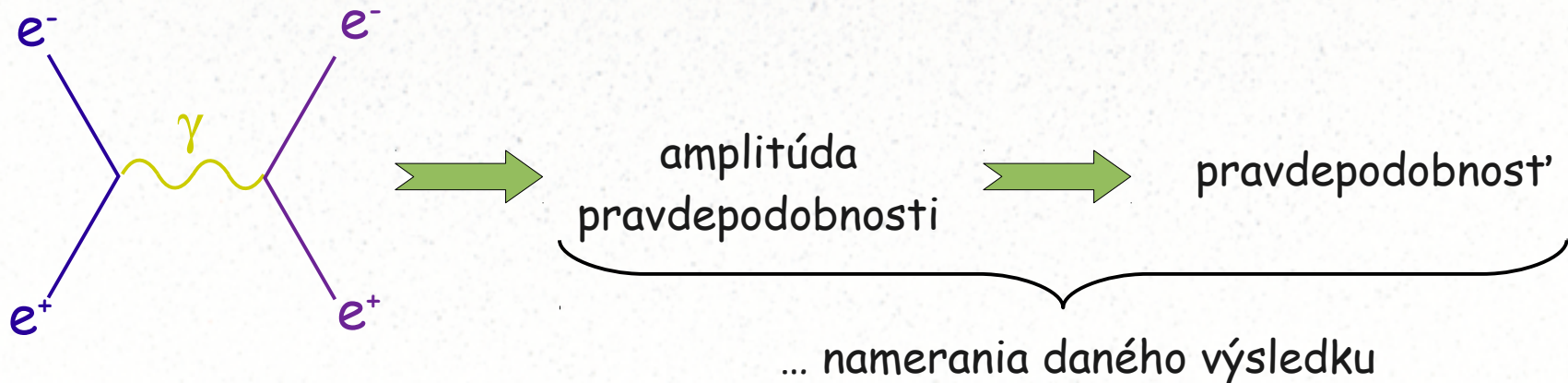
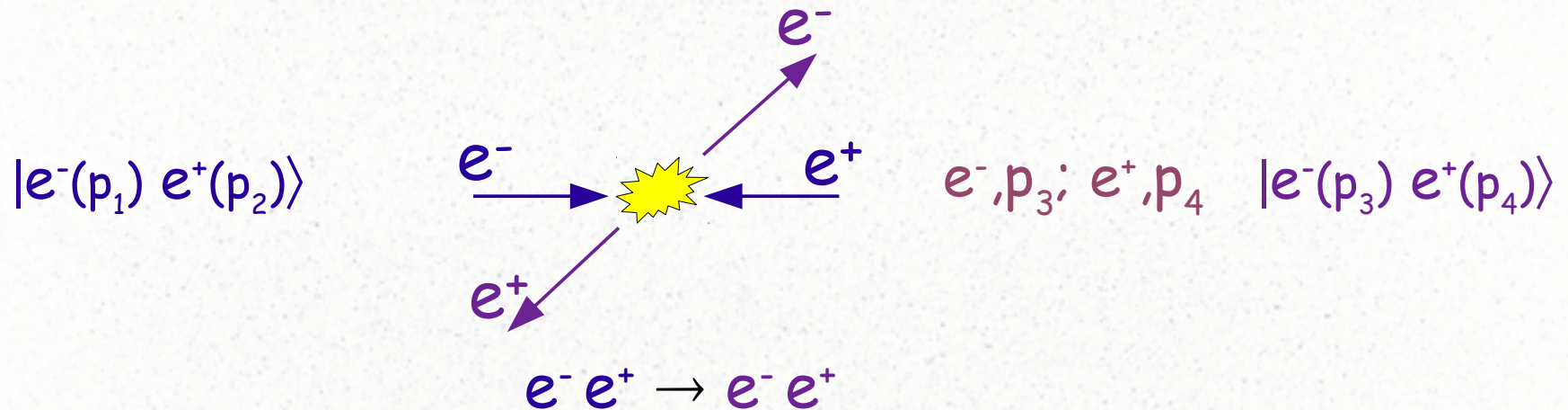
$$\dots$$

$$|\dots\rangle$$

$\vdots$

teória → experiment

počiatočný stav	časový vývoj	koncový stav	nameraná hodnota	nameraný stav
$ e^-e^+\rangle$	$\xrightarrow{\hat{H}}$	$ e^-e^+ + \mu^-\mu^+ + \dots\rangle$	e^-e^+	$ e^-e^+\rangle$

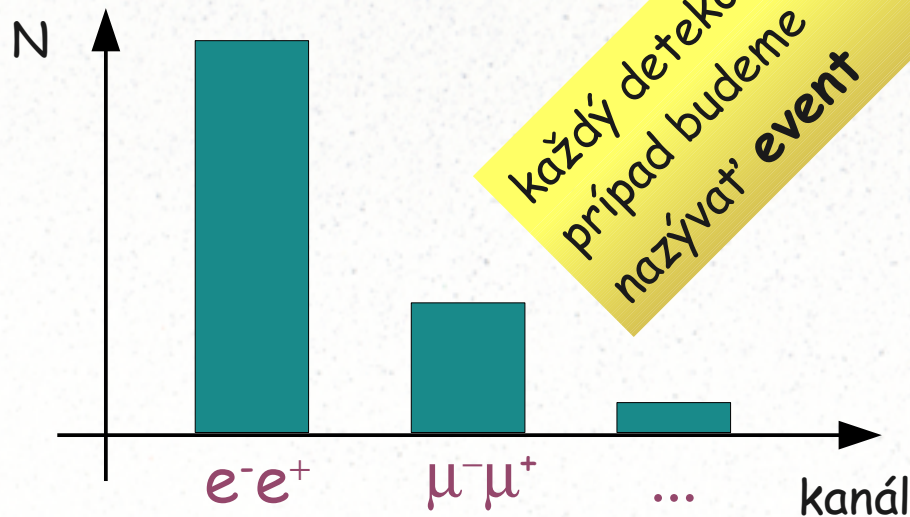


teória → experiment

$$|e^-e^+\rangle \xrightarrow{\hat{H}} |e^-e^+ + \mu^-\mu^+ + \dots\rangle$$

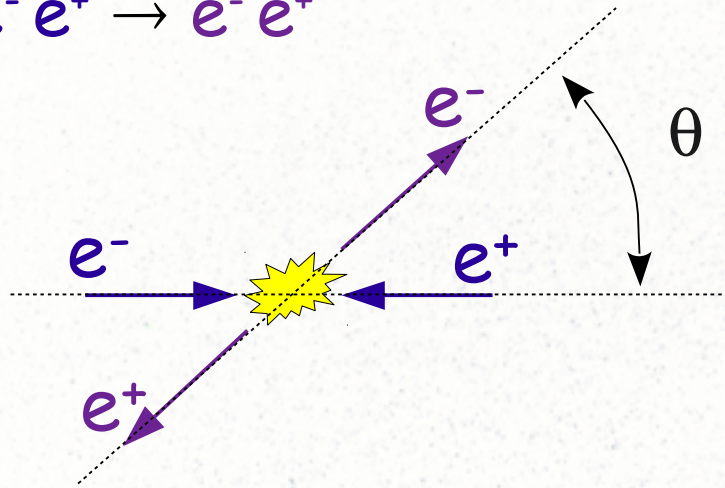
v opakovaných experimentoch
nameriame rôzne výsledky

nameraná hodnota	nameraný stav
e^-e^+	$ e^-e^+\rangle$
$\mu^-\mu^+$	$ \mu^-\mu^+\rangle$
$\dots$	$ \dots\rangle$
$\vdots$	$\vdots$



porovnanie
s teóriou

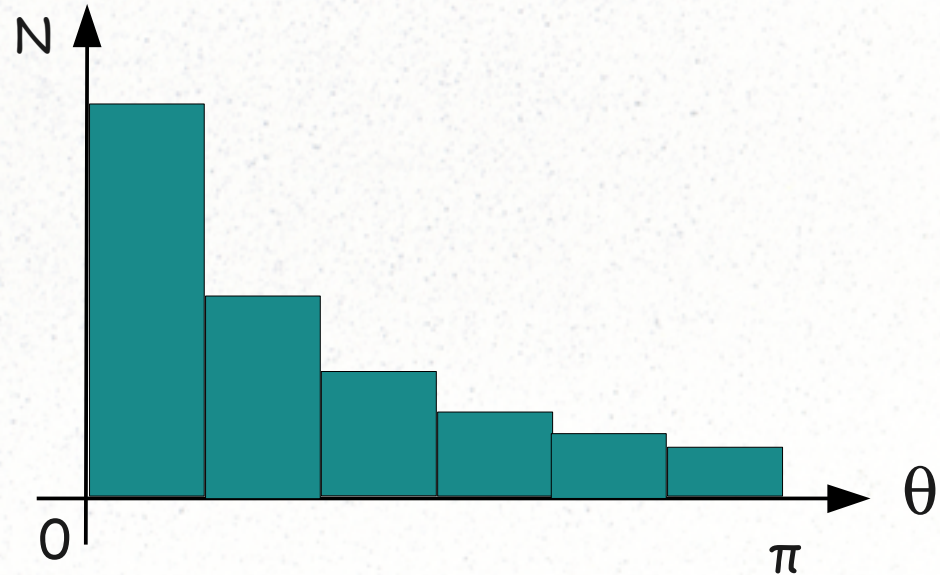
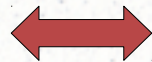
$$e^- e^+ \rightarrow e^- e^+$$



v opakovaných experimentoch
nameriame rôzne uhly

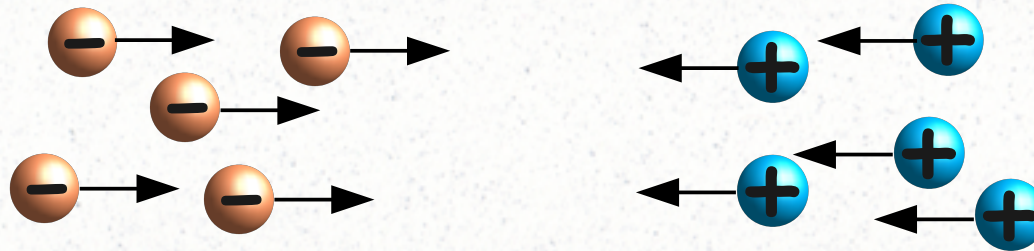


*porovnanie
s teóriou*



špecifiká reálneho experimentu:

a) častice sa urýchlujú a zrážajú v húfoch



- experimenty s pevným terčom: terč = stojaci zväzok
- počet eventov za jednotku času je úmerný intenzitám zväzkov

tok Φ = počet častíc cez jednotku kolmej plochy
za jednotku času

špecifiká reálneho experimentu:

b) detektory majú konečnú rozlišovaciu schopnosť

(zrnitosť, mŕtva doba, slepé miesta, ...)

- event sa skladá zo sub-eventov, ktoré detektor nerozlíši

$$d\Omega = dx \, dy \, dz \, dp_x \, dp_y \, dp_z \xrightarrow{QM} dN_{QS} = d\Omega / (2\pi\hbar)^3$$

$$\text{častice } 1, 2, \dots, n : \quad dN_{QS}^{\text{tot}} = dN_{QS}^{(1)} \cdot dN_{QS}^{(2)} \cdot \dots \cdot dN_{QS}^{(n)}$$

- pravdepodobnosť eventu je súčtom pravdepodobností sub-eventov

$$dP_{\text{event}} = \sum_{\text{sub}} P_{\text{sub}} = P_{\text{sub}} dN_{QS}^{\text{tot}}$$

- pravdepodobnosť eventu P_{event} dostaneme integrovaním cez hodnoty meraných veličín, ktoré nevieme alebo nechceme rozlíšiť

účinný prierez:

v experimente nemeríme priamo pravdepodobnosť,
ale počty eventov N_E ...

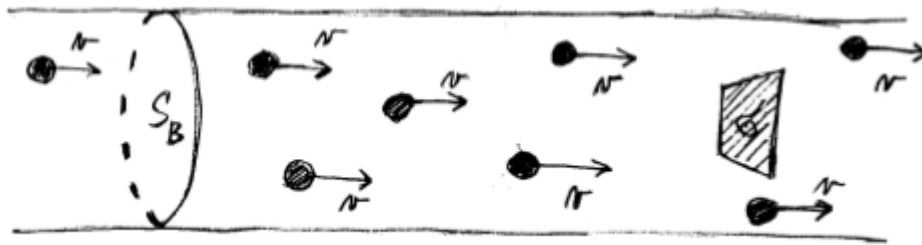
... tie sú úmerné aj toku častíc Φ a dobe zrážania T ,
čo sú technické parametre daného experimentu a nie
info o fyzike, ktorú sa snažíme skúmať

$$dN_E \propto \Phi \cdot T \cdot dP_{\text{event}}$$

potrebujeme veličinu, ktorá nezávisí na technických detailoch experimentu,
ale iba na fyzike interakcie, **účinný prierez**:

$$d\sigma \propto \frac{dN_E}{\Phi \cdot T}$$

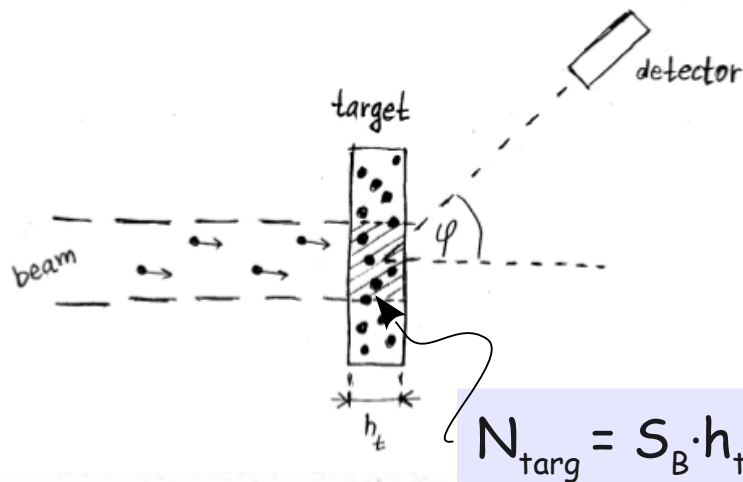
účinný prierez: pohľad experimentátora



intenzita zväzku, tok:

$$\Phi = \frac{N_{beam}}{S_{beam} \cdot T} = n_{beam} v_{beam}$$

počet častíc, ktoré za čas T trafia kolmú stenu o ploche σ : $\Phi \sigma T$



N_{event} eventov detekovaných za čas T

$$N_{event} = \Phi \cdot S \cdot T$$

S ... plocha fiktívneho múru, ktorý by zastavil N_{event} častíc

plocha fiktívneho múru na jednu časticu terča = účinný prierez:

$$\sigma = \frac{S}{N_t} = \frac{N_E}{n_B v_B S_B h_t n_t T} = \frac{N_E}{N_B} \cdot \frac{S_B}{N_t} = \frac{1}{\Phi T} \cdot \frac{N_E}{N_t}$$

účinný prierez: pohľad experimentátora

Luminozita:

účinný prierez:
$$\sigma = \frac{N_E}{n_B v_B S_B h_t n_t T} = \frac{1}{\Phi T} \cdot \frac{N_E}{N_t}$$

luminozita:
$$\mathcal{L} = n_B n_t v_B S_B h_t = (N_B N_t) / (S_B T) = \Phi \cdot N_t$$

počet eventov za jednotku času:
$$N_E / T = \sigma \mathcal{L}$$

integrovaná luminozita:
$$L = T \mathcal{L}$$

účinný prierez: pohľad experimentátora

jednotky:

účinný prierez ...

$$1 \text{ barn} = 10^{-28} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ b} \approx 2.53 \times 10^3 \text{ GeV}^{-2}$$

integrovaná luminozita ...

$$1 \text{ b}^{-1}$$