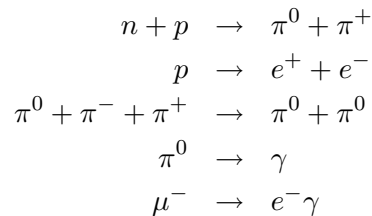


Zestaw 1.

1. Wyrazić kilogram, metr, sekundę, dżul poprzez GeV, przyjmując naturalny układ jednostek, gdzie  $c=\hbar=1$ .
2. Szerokość połowkowa cząstki  $Z^0$  wynosi  $\Gamma_Z \simeq 2.5$  GeV. W jakim czasie się rozpada? Jaką drogę przebywa? Przyjmij  $v = 0.01$  c.
3. Jakiej długości fali odpowiadają elektrony o energii 100 GeV? (energia cząstek w LEPII).  
Pokaż, że energia w skali Plancka odpowiada mniej więcej energii kinetycznej samolotu (przyjmijmy  $v=600$  km/h,  $m=2000$  kg).
4. Pokaż, że energii 100 GeV odpowiada temperatura  $T \simeq 10^{14}$  K.
5. Udowodnij ostatnią część następującego stwierdzenia (C. Quigg, arXiv:0905.3187, rozdział V): “Oddziaływania słabe i silne zostały zbadane aż do około 1 TeV, **ale odwrotne-kwadratowe prawo grawitacji przetestowano tylko do odległości mniej więcej 0.1 mm, co odpowiada energii 10 milielektronowoltów!**”
6. Co to jest energia progowa? Oblicz energię progową na produkcję antyprotonów w reakcji  $pp \rightarrow ppp\bar{p}$ , przy zderzeniach protonów z nieruchomą tarczą złożoną z protonów.
7. Wyznaczyć największą i najmniejszą możliwą energie elektronów w trójciałowym rozpadzie trytu.
8. Omówić prawa zachowania dla oddziaływań e-m, słabych i silnych. Czy możliwe są reakcje



9. Omówić rozpad  $\beta^\pm$  na poziomie hadronowym i kwarkowym. Można sobie także wyobrazić tzw. podwójne neutrinowe rozpady beta (z emisją dwóch neutrin i dwóch elektronów) oraz bezneutrinowe rozpady beta (emitowane tylko dwa elektrony z jądra). Która z tych reakcji łamie zasady zachowania liczb leptonowych? Zobacz np. artykuł o numerze nucl-ex/0610007 na <http://xxx.lanl.gov>.
10. Obliczyć w sposób klasyczny (lub stosując pierwsze przybliżenie Borna) przekrój czynny na rozpraszanie elektronów na jądrach o ładunku  $Ze$  (p. czynny Rutherforda)

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{Z^2\alpha^2}{4E^2} \frac{1}{\sin^4 \Theta/2},$$

gdzie  $E$  - energia elektronu w LAB,  $\Theta$  - kąt rozpraszania elektronu w LAB.