

Kvantová, atómová a subatómová fyzika

FYZIKA ČASTÍC

ILUSTRACNÉ PROBLÉMY

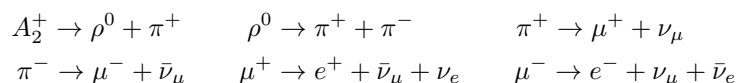
1.12.2021

Príklad 1. Odvodte, ako závisí polomer kruhovej dráhy nabitej častice preliatajúcej magnetickým poľom od jej hybnosti.

Príklad 2. Kladný mión (μ^+ , jeho pokojová energia je 105,7 MeV) sa pohybuje s kinetickou energiou 2200 MeV na kruhovej dráhe kolmej k homogénnemu magnetickému poľu s indukciou 1,2 T. Spočítajte hybnosť tauónu a nájdite polomer kruhovej dráhy.

Príklad 3. Na zemskom povrchu sú bežne registrované mióny, ktoré vznikajú v zrážkach častíc kozmického žiarenia vo výškach 15 až 20 km nad povrchom. Stredná doba života miónu je však len 2,197 μ s. Ako ďaleko by podľa klasickej mechaniky mión doletel, ak by sa pohyboval rýchlosťou svetla? V skutočnosti musíme do úvahy zobrať relativistické efekty. Aká je najmenšia energia miónu, ktorý vznikne vo výške 20 km a je pozorovaný na povrchu Zeme. (Hmotnosť miónu je 105,658 MeV/ c^2 .)

Príklad 4. Častica A_2^+ sa rozpadá podľa schémy:



Na aké konečné častice sa A_2^+ rozpadá? Je táto častica fermión alebo bozón? Je to baryón alebo mezón? Aké je jej baryónové číslo?

Príklad 5. Hmotnosti mnohých častíc s príliš krátkou dobou života nedokážeme merať priamo, ale musíme ich spočítať z meraných hybností a známych hmotností produktov rozpadu. Uvažujme mezón ρ^0 , ktorý sa rozpadá reakciou $\rho^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$. Spočítajte hmotnosť mezónu ρ^0 , ak nameraná hybnosť vytvorených piónov pohybujúcich sa v opačných smeroch je 358,3 MeV/ c . Hmotnosť oboch piónov je 139,6 MeV/ c^2 .

Príklad 6. Aká je minimálna energia, aby prebehla reakcia $p + \pi^0 \rightarrow K^+ + \Lambda$?

Príklad 7. Záporne nabitej častici bola v experimente nameraná hybnosť 1,19 GeV/ c a rýchlosť $\beta = 0,78$. O akú časticu ide?

Príklad 8. Experimenty so zrážkami častíc sa robia v zásade vo dvoch usporiadaniach. Pri terčíkovom experimente je nehybný terčik ostreľovaný časticami urýchlenými na energiu E_{lab} . Pri kolajderovom experimente sa zrážajú proti sebe častice obe urýchlené na energiu E_{lab} . Aby sa tieto zrážky dali porovnávať, zavádza sa veličina

$$\sqrt{s} = \sqrt{(E_1 + E_2)^2 - c^2(\vec{p}_1 + \vec{p}_2)^2},$$

ktorá vyjadruje energiu zrážky v ťažiskovej sústave. Na akú energiu E'_{lab} musí byť urýchlený protón, aby energia jeho zrážky s iným protónom v terčíku bola rovnaká, ako keď sa zrazia dva protóny proti sebe, každý s energiou E_{lab} .

Príklad 9. Aká je minimálna energia protónu, aby bol v zrážke s protónovým terčom produkovaný antiprotón?

Príklad 10. Neutrálny pión sa rozpadá na dva fotóny $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$. Spočítajte vlnovú dĺžku fotónov vzniknutých pri rozpade piónu, ktorý je v klude.

Príklad 11. V niektorých teóriách sa predpokladá, že protón je nestabilný a má dobu polpremeny okolo 10^{32} rokov. Za predpokladu správnosti tejto predstavy spočítajte počet protónových rozpadov, ktoré sa odohrajú v priebehu jedného roku v olympijskom bazéne s 430 m³ vody.

Príklad 12. Nestabilná častica Δ^{++} ($m = 1232$ MeV/ c^2 , $B = 1$, $I = 3/2$) sa rozpadá podľa rovnice $\Delta^{++} \rightarrow X + \pi^+$. Určte vlastnosti častice X :

- náboj
- baryónové číslo

c. leptónové číslo

d. izospin

e. podivnosť

f. jedná sa o bozón alebo fermión?

g. maximálnu hmotnosť

Na základe týchto vlastností identifikujte, o akú časticu sa jedná.