**Problema 3 – Anihilări şi generări „particulă - antiparticulă”!**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Barem de notare** | **Parţial** | **Punctaj** |
| **Problema 3** |  | **10** |
| **a)** | **1,50** | **1,50** |
| Utilizând relația relativistă dintre masă și energie, precum și expresia impulsului relativist pentru un punct material în mișcare cu viteza v, obținem:    reprezentând relația relativistă dintre energia și impulsul unui punct material.  Dacă  şi respectiv  sunt impulsurile celor doi fotoni rezultaţi, iar  şi respectiv  sunt energiile celor doi fotoni rezultaţi, atunci, în acord cu legile de conservare ale impulsului şi energiei, rezultă:      undeşi *E* sunt impulsul şi respectiv energia totală ale pozitronului, înainte de întâlnirea electronului;      Este evident că energiile celor doi fotoni,  şi respectiv , au valori care se situează între valorile minimă şi maximă, ale căror expresii sunt: | 0,25  1,00  0,25 |  |
| **b)** | **2,50** | **2,50** |
| 1) În interiorul mezonului π0 se formează perechea virtuală proton-antiproton, din a căror anihilare, cu respectarea legilor de consevare ale energiei și a impulsului, rezultă doi fotoni. | 0,50 |  |
| 2) Din totalitatea orientărilor posibile ale zborurilor celor doi fotoni rezultați din dezintegrarea mezonului π0 considerat în zbor cu viteza , valorile *E*max și *E*min ale energiilor celor doi fotoni, corespunzând variantei reprezentată în figura alăturată, din care, în acord cu legile de conservare ale energiei și a impulsului, rezultă:    v = *c* . | 2,00 |  |
| **c)** | **5,00** | **5,00** |
| 1) În raport cu SRL, impulsul total al sistemului foton – electron, precum și energia totală a acestui sistem, înaintea interacțiunii, sunt:    În raport cu SRCM, impulsul total și energia totală ale sistemului foton – electron, înaintea interacțiunii, sunt:    Rezultă:  constant;    Reacția propusă:    din care rezultă trei particule, cu mase de repaus identice,  nu poate avea loc, decât dacă: | 1,00 |  |
| 2) Din conservarea energiei sistemului, în procesul formării perechii electron – pozitron, dintr-un foton, în vid, rezultă:      Din legea conservării impulsului rezultă:      Consecințele celor două legi de conservare sunt contradictorii. Ca urmare, în condițiile precizate, adică în vid, procesul generării perechii electron – pozitron, dintr-un foton, nu este posibil. Procesul se poate produce numai în câmpul unui nucleu, de obicei în câmpul unui nucleu greu.  Procesul generării perechii electron – pozitron dintr-un foton este posibil, din punct de vedere energetic, numai dacă energia fotonului este suficientă ca să asigure energiile de repaus ale perechii electron - pozitron, adică: | 2,50 |  |
| 3) La trecerea unui foton prin substanță, din interacțiunea acestuia cu câmpul unui nucleu, atunci când energia fotonului depășește o valoare de prag (*E*0 > 2*m*0e*c*2), se realizează procesul generării unei perechi electron – pozitron, după schema:  γ → *e*– + *e*+,  cu respectarea legii conservării energiei:  *E*0 = 2*m*oe*c*2 + *E*ce + *E*cpz,  unde *E*ce și *E*cpz sunt energiile cinetice ale electronului și respectiv pozitronului rezultați din conversia fotonului;  *E*0 = *m*oe*c*2 ,  unde ve și vpz  sunt vitezele electronului și respectiv a pozitronului rezultați.  Deși procesul generării perechii electron - pozitron se desfășoară cu implicarea unui nucleu, totuși în legea conservării energiei nu s-a ținut seama de energia preluată de nucleu, deoarece masa nucleului este mult mai mare decât masa electronului, astfel încât viteza de recul a nucleului este foarte mică.  Cu toate acestea, în acest proces, impulsul transmis nucleului, , nu mai este neglijabil, astfel încât, după schema reprezentată în figura alăturată, din legea conservării impulsului, rezultă:  =  +  + ,  ceea ce dovedește că ve ≠ vpz, iar orientările vectorilor  și  nu sunt simetrice față de direcția fotonului incident.  Prezența a trei impulsuri necunoscute în legea conservării impulsului, face nerezolvabilă problema determinării valorilor vitezelor electronului și a pozitronului rezultați, precum și a unghiurilor lor de emergență. | 1,50 |  |
| Oficiu |  | **1,00** |