

Moderna fizika

26. 11. 2013

1.08.PTR: Elektromagnetno polje v PTR

1. Kako se transformira elektromagnetno polje v sistem, ki se od našega oddaljuje s hitrostjo \vec{v} ?
2. Pokažite, da sta $\vec{E} \cdot \vec{B}$ in $E^2 - c^2 B^2$ invarianti glede na Lorentzovo transformacijo!
3. V homogeno električno polje $\vec{E} = (E_0, 0, 0)$ postavimo mirujoč delec z maso m in z nabojem e . Kolikšna je hitrost delca, ko prepotuje pot s ? Kako pa se pot in hitrost spreminjata s časom? Računajte relativistično! Za primerjavo obravnavajte problem še nerelativistično! Narišite rezultate za posamezne količine v okviru relativistične in nerelativistične obravnave na skupen graf! Premislite, ali vaše predstave ustrezajo rezultatom!
4. Elektron se giblje v homogenem električnem polju z jakostjo 1,75 kV/m. Kolikšna je njegova hitrost po 1 μ s, če na začetku miruje? Kolikšno pot opravi pri tem? Kolikšna je naposled njegova kinetična energija?
5. V homogeno magnetno polje z gostoto B_0 prileti v prečni smeri nabit delec z maso m in s hitrostjo v_0 . Kakšno je za tem njegovo gibanje? Kako se s časom spreminja njegova hitrost? Kako se s časom spreminja pot, ki jo opravi? Za primerjavo obravnavajte problem še nerelativistično!
6. Elektron, ki ga je pospešila napetost 100 kV, prileti v prečno homogeno magnetno polje z jakostjo 1 kV/m. Kako hitro se giblje elektron po 30 ns in kolikšen je tedaj njegov odklik od prvotne smeri?

Ideje za domače delo:

- I. V nekem inercialnem sistemu imamo homogeno električno polje z jakostjo E in nanj pravokotno homogeno magnetno polje z gostoto B . Pokažite, da lahko najdemo tak inercialni opazovalni sistem, da je v njem le eno od polj enako nič, razen če je $E = cB$!
- II. Negativni pioni se gibljejo v prečnem homogenem magnetnem polju z gostoto 0,5 T po krogu s polmerom 3 m. Kolikšno pot naredijo v povprečju, preden razpadejo? Lastni razpadni čas pionov je $2,6 \times 10^{-8}$ s.

- III. Elektron prileti s hitrostjo 2×10^8 m/s v električno in magnetno polje. Silnice električnega polja z jakostjo 10^8 V/m so za 30° nagnjene proti smeri hitrosti elektrona, silnice magnetnega polja z gostoto 1 T pa so pravokotne na ravnino hitrosti in električnega polja. Izračunajte velikost in smer trirazsežnega vektorja sile na elektron v trenutku, ko prileti v prostor z električnim in magnetnim poljem! Izračunajte velikost trirazsežnega vektorja pospeška elektrona in določite njegovo smer glede na smer hitrosti!
- IV. V kolikšnem času doseže elektron, ki je sprva miroval, v homogenem električnem polju z jakostjo 1000 V/cm hitrost $0,9 c$?
- V. V CERNu pri Ženevi je delovala velika evropska mehurčna celica, v kateri je bilo magnetno polje z gostoto 3,5 T in je bil premer vidnega polja 3,7 m. Kolikšna bi bila kinetična energija protona z največjo merljivo gibalno količino, če bi na 3,7 m dolgem tiru lahko ugotovili še odmik za 0,1 mm od premice?