



Università degli Studi di Cagliari
Corso di Laurea Magistrale in Fisica - AA. 2023/2024
Elettrodinamica relativistica
Esercitazione 1

Esercizio 1 La rapidità di una particella è definita come

$$y = \frac{1}{2} \ln \frac{E + cp_z}{E - cp_z} = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + v_z/c}{1 - v_z/c}$$

dove p_z è la componente del momento lungo z , E l'energia, v la velocità (tipicamente z in un esperimento di fisica delle particelle sarà la direzione dei fasci incidenti). Mostrare che per un boost lungo z la rapidità di trasforma come

$$y' = y + \eta$$

dove $\eta = \frac{1}{2} \ln \frac{1+\beta}{1-\beta}$ è la rapidità del boost (dove $\beta = u/c$ con u velocità del boost).

Esercizio 2 Dimostrare che la *sezione d'urto* σ di un processo di scattering (diffusione), definita come segue, è un invariante di Lorentz. Dato un fascio di particelle con densità n_1 che urta (nel sistema del laboratorio) un bersaglio di densità n_2 , e la loro velocità relativa è v_{rel} , il numero di urti per unità di tempo e volume è

$$\frac{d\nu}{dVdt} = \sigma v_{rel} n_1 n_2 \quad .$$

Esercizio 3 Risolvere il moto uniformemente accelerato in meccanica relativistica. Mostrando che la velocità si può scrivere come

$$v = \frac{At}{\sqrt{1 + \frac{A^2 t^2}{c^2}}}$$

Calcolare quanto tempo occorre per accelerare un protone ($m \simeq 1\text{GeV}/c^2$) all'energia di 1 TeV, con un campo elettrico uniforme di 100 V/m? *Suggerimento* Alcune unità di misura son più comode di altre per fare i calcoli.

Esercizio 4 Scrivere, nel linguaggio di programmazione che si preferisce, una classe (o struttura) che abbia le proprietà di un 4 vettore di Lorentz. Si deve poter “boostare” da un sistema di riferimento ad un altro, avere funzioni set e get coerenti per le componenti e per il modulo e avere operatori di somma e prodotto scalare ben definiti. Dimostrare con un test che il prodotto scalare di due vettori di Lorentz prima e dopo un “boost” ha lo stesso valore.