

## Elementi di fisica teorica

Carlo Oleari

13/02/2017

Risolvere i seguenti problemi tenendo presente che risultati non semplificati e non ridotti ai minimi termini non saranno ritenuti validi.

### Problema 1

Un razzo di lunghezza a riposo  $l_0$  si allontana dalla Terra con velocità costante  $v$ . Un segnale luminoso inviato da Terra viene riflesso da specchi posti uno sulla coda e uno sulla testa del razzo. Il primo segnale riflesso ritorna alla stazione emittente dopo un intervallo di tempo terrestre  $T$  (misurato dal momento dell'invio del segnale), mentre il secondo segnale riflesso arriva con un ritardo di  $\Delta T$  rispetto al primo. Sulla base di queste informazioni determinare la distanza da Terra del razzo al momento della ricezione del primo segnale e la sua velocità di allontanamento.

### Problema 2

In un moto rettilineo uniforme monodimensionale, se in un riferimento inerziale vale la legge oraria  $x = x_0 + ut$ , in un altro riferimento in moto rispetto al primo vale  $x' = x'_0 + u't'$ . A partire dalle formule di trasformazione delle coordinate, determinare la relazione che esiste tra  $x_0$  e  $x'_0$ , in funzione delle sole  $u$  e  $u'$ .

### Problema 3

Siano  $u^\mu$  e  $a^\mu$  la quadri-velocità e la quadri-accelerazione di una particella e sia  $\lambda$  una costante. Mostrare che le soluzioni dell'equazione del moto

$$\frac{da^\mu}{d\tau} = \lambda^2 u^\mu$$

corrispondono a moti per i quali l'accelerazione nel sistema di riferimento di quiete istantanea  $a_0$  è costante in modulo

Scrivere inoltre la soluzione generale dell'equazione del moto e determinare  $a_0$  in funzione di  $\lambda$ .

### Problema 4

Determinare l'angolo massimo di diffusione (rispetto alla sua direzione iniziale) di una particella di massa  $m_1$  che incide con velocità  $v$  su di una particella ferma di massa  $m_2 < m_1$ .

In corrispondenza di tale angolo, calcolare la velocità finale della particella diffusa

### Problema 5

Calcolare il campo magnetico  $\vec{B}$  generato da una densità superficiale di corrente  $\vec{J}_S$  costante, in un piano infinitamente esteso, conoscendo la forma del campo elettrico generato da una distribuzione omogenea ed uniforme di cariche elettriche statiche in un pia-

no, le leggi di trasformazione dei campi elettromagnetici per boost di Lorentz, e usando opportunamente il principio di sovrapposizione per campi elettromagnetici.

### **Problema 6**

Derivare l'equazione di Eulero-Lagrange per una densità Lagrangiana  $\mathcal{L}(\phi, \partial_\mu \phi, \partial_\mu \partial_\nu \phi)$ , contenente quindi anche le derivate seconde dei campi  $\phi$ .

**NB:** Scrivere in modo chiaro e leggibile. Siete vivamente pregati di fare i calcoli prima in brutta copia, e di riportali solo successivamente in bella copia. Formule e soluzioni pasticciate saranno pesantemente penalizzate, anche se corrette.