

## Esame scritto – 5 luglio 2010

*Relatività e campi elettromagnetici – Prof. Lorenzo Marrucci – anno accademico 2009-2010*

*Tempo a disposizione: 2 ore – Uso degli appunti o di libri: NON AMMESSO – uso della calcolatrice: AMMESSO*

### Esercizi:

- 1) Una superlepre e una supertartaruga (entrambe velocissime) si sfidano ad una gara di corsa, ma invece di correre nella stessa direzione, decidono di correre in direzioni opposte per una uguale distanza, pari a 5 km, partendo dallo stesso punto. L'arbitro (un superscoiattolo, dalla vista eccezionale) resta fermo nel punto di partenza e giudica che la lepre e la tartaruga tagliano i rispettivi traguardi allo stesso istante, pari esattamente a  $50 \mu\text{s}$  dopo la partenza. Nel suo sistema di riferimento, invece, la tartaruga ritiene di aver vinto o di aver perso? E di quanto tempo?
- 2) L'astronave Enterprise incrocia una nave dei Klingon. Le due navi hanno la stessa lunghezza di riposo pari a 200 m e viaggiano a velocità costante in direzioni parallele ed opposte. La distanza tra le due traiettorie delle navi è trascurabile. La nave Klingon possiede un cannone laser collocato a metà dell'astronave e la tecnica di attacco che i Klingon utilizzano è quella di sparare con il loro cannone perpendicolarmente alla loro direzione di moto *nello stesso istante* in cui la punta della loro astronave incrocia la coda dell'astronave nemica. Il comandante Kirk dell'Enterprise, per evitare di essere colpito, pensa di imprimere alla sua nave una velocità tale da produrre una forte contrazione di Lorentz ed evitare di essere sulla traiettoria del colpo. Il dottor McCoy protesta con Kirk, sostenendo che dal loro punto di vista è la nave dei Klingon che viene contratta, per cui l'Enterprise verrà comunque colpito con questa strategia. Voi, nella veste di Mr. Spock, dovete stabilire chi dei due ha ragione (motivate la vostra risposta) e, se ha ragione Kirk, valutare la velocità minima (relativa all'altra astronave) che dovrebbe mettere l'Enterprise al sicuro.
- 3) Una particella instabile inizialmente in moto a velocità  $u$  nel riferimento del laboratorio si disintegra e genera due fotoni  $\gamma$ , che nello stesso riferimento viaggiano in direzioni opposte. Uno dei due fotoni ha energia 2 MeV e l'altro 18 MeV. Calcolare la massa a riposo e la velocità  $u$  della particella prima della disintegrazione.
- 4) Considerate un solenoide cilindrico di raggio  $R = 1 \text{ cm}$  che nel riferimento del laboratorio si muove alla velocità di  $0.8c$ , dove  $c$  è la velocità della luce, in una direzione perpendicolare all'asse del cilindro. Il solenoide è avvolto con 15 spire al mm, percorse da una corrente che nel riferimento del solenoide è pari a 2 mA. Nel suo riferimento il solenoide è neutro. Calcolare nel sistema di laboratorio (a) l'espressione matematica della carica elettrica per unità di superficie del solenoide in funzione della posizione e (b) il campo elettrico all'interno e all'esterno del solenoide.

*Nota per lo svolgimento: per avere punteggio pieno, fornite anche le risposte numeriche.*

Quesiti a risposta discorsiva (dare risposte *argomentate* di non più di 20 righe max per quesito):

- A) Perché il concetto di corpo rigido ideale non è sostenibile in relatività?
- B) L'equivalenza massa-energia dimostrata da Einstein riguarda esclusivamente l'energia cinetica o si estende anche ad altre forme di energia?