

## Esame scritto – 27 settembre 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) Un'astronave viaggia dalla Terra alla stella Sirio (distante circa 8 anni-luce dalla Terra). Il viaggio dura 10 anni nel sistema di riferimento della Terra. Calcolare la durata del viaggio dal punto di vista dei passeggeri dell'astronave.
- 2) Un'astronave con lunghezza a riposo di 100 m viene colpita da due asteroidi, uno esattamente sulla punta dell'astronave e l'altro sulla coda. L'equipaggio dell'astronave stabilisce che i due asteroidi hanno colpito l'astronave simultaneamente. Una torre di controllo che si trova sul pianeta da cui l'astronave era partita trova invece che l'impatto con l'asteroide che colpisce la coda dell'astronave avviene  $0.33 \mu\text{s}$  prima dell'impatto del secondo asteroide con il muso. Calcolare (a) la velocità dell'astronave relativamente alla torre di controllo, assumendo che la traiettoria dell'astronave sia di allontanamento dal pianeta e (b) la distanza tra i due eventi di impatto misurata dalla torre di controllo.
- 3) Un nucleo atomico di massa a riposo  $m_0 = 10^{-26}$  kg che viaggia inizialmente ad una velocità di  $0.8c$ , dove  $c$  è la velocità della luce, urta in modo perfettamente anelastico un altro nucleo di uguale massa a riposo, che viaggiava alla stessa velocità del primo ma nella direzione perpendicolare. Dopo l'urto i due nuclei si fondono. Calcolare la massa a riposo del nucleo "composto" formatosi dopo l'urto.
- 4) Un circuito elettrico si muove a velocità  $0.8c$  rispetto ad un sistema di riferimento "fisso", S. Nel sistema di riferimento solidale con il circuito, S', lo stesso ha la forma di un quadrato, di lato 10 cm, allineato in modo tale che due lati sono paralleli alla direzione del moto. In S' il circuito è neutro ed ha una corrente di 10 mA. Calcolare (a) la densità lineare di carica elettrica nei vari tratti del circuito misurata nel riferimento fisso S. Calcolare quindi (b) la corrente elettrica misurata in S nei vari tratti del circuito e spiegare come sia possibile che questa non è costante lungo il circuito.

*Nota per lo svolgimento: i primi 3 esercizi sono abbastanza facili, mentre la domanda (b) dell'ultimo è più difficile. Nessuno degli esercizi però richiede conti molto lunghi se si prende la strada giusta. 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) Discutere come cambia il teorema del lavoro e dell'energia cinetica passando dalla dinamica newtoniana alla relatività ristretta.
- B) Perché il concetto di corpo rigido ideale non è sostenibile in relatività? Nel limite in cui un corpo nel nostro sistema di riferimento è quasi fermo, diventa nuovamente legittimo considerarlo come rigido (sia pure in senso approssimato), o ci sono comunque altri problemi?