

**MECCANICA CLASSICA- Prova scritta - A.A. 2010/2011**

**Seconda prova in itinere**  
Venerdì 8 Aprile 2011 - ore 11

La prova consiste nei problemi **R.1**, **R.2**. Il tempo a disposizione è di due ore.

**Problema R.1**

Un'astronave si sta allontanando dalla Terra con velocità  $v$ . All'istante terrestre  $t = 0$ , quando l'astronave si trova già a una distanza  $D$  dalla Terra, viene inviato da Terra un segnale elettromagnetico sotto forma di un'onda monocromatica di frequenza  $\nu_0$ . Dopo un intervallo di tempo terrestre  $T_0$  viene inviato un secondo segnale simile al primo.

1) Quanto vale l'intervallo di tempo  $T'$  (misurato sull'astronave) che intercorre tra il ricevimento dei due segnali?

2) Se ciascun segnale viene immediatamente rinviato a Terra alla stessa frequenza con cui è stato ricevuto, quanto vale l'intervallo di tempo  $T_1$  che intercorre tra i ricevimenti a Terra dei due segnali di risposta?

3) Quale relazione intercorre tra le frequenze  $\nu_0$ ,  $\nu'$  e  $\nu_1$ , sulla base dell'effetto Doppler relativistico? Quale relazione intercorre tra le frequenze e gli intervalli di tempo calcolati in precedenza?

**Problema R.2**

Si consideri il processo Compton  $\gamma + e^- \rightarrow \gamma + e^-$ , nel quale agli elettroni di massa  $m_e$  sono associati i quadrimpulsi  $p^\mu$  e  $p'^\mu$ , mentre ai fotoni sono associati i quadrimpulsi  $k^\mu$  e  $k'^\mu$ .

Si introducano le variabili di Mandelstam  $s = (p + k)^2$ ,  $t = (p - p')^2$ ,  $u = (p - k')^2$ , con la proprietà che  $s + t + u = 2m_e^2$ , e si noti che i vincoli cinematici impongono che la frontiera delle regioni cinematicamente accettabili soddisfi in questo caso particolare la relazione  $t(us - m_e^4) = 0$ .

1) Si rappresentino graficamente sul piano  $(s, u)$  le curve che rappresentano la frontiera sopra descritta, individuando con esattezza i punti di intersezione tra le diverse curve.

2) Si individui nel grafico la regione corrispondente ai valori fisicamente accettabili delle variabili per il processo, e si offra una precisa descrizione fisica delle configurazioni cinematiche dei prodotti della collisione corrispondenti ai punti disposti lungo i diversi tratti della frontiera.

3) Si descrivano i processi descritti dal "crossing", ossia dai differenti possibili scambi tra le particelle finali e quelle iniziali, accompagnati dallo scambio nel segno della carica e del corrispondente quadrimpulso, si individuino nel grafico di cui alla domanda 1) le regioni cinematicamente accettabili per ciascuno di questi processi e si offra una descrizione delle configurazioni cinematiche corrispondenti ai diversi tratti della frontiera.