

Ai fini del recupero della prima prova in itinere, la prova consiste nei problemi **R.1**, **R.2**. Il tempo a disposizione è di due ore. Ai fini del recupero della seconda prova in itinere, la prova consiste nei problemi **A.1**, **A.2**. Il tempo a disposizione è di due ore. Ai fini dell'appello d'esame, la prova consiste nei problemi **R.1**, **A.1** e uno a scelta tra **R.2**, **A.2**. Il tempo a disposizione è di tre ore.

Problema R.1

Elettroni (di massa m_e) inizialmente fermi possono essere messi in movimento per effetto Compton se investiti da radiazione elettromagnetica. Se il processo avviene in presenza di protoni fermi (di massa m_p) gli elettroni possono collidere con i protoni e, in determinate condizioni, la collisione può essere anelastica e dar luogo alla produzione di un neutrone (di massa $m_n > m_p + m_e$) e di un neutrino (di massa nulla). Qual è la minima frequenza che deve essere posseduta dalla radiazione e.m. incidente affinché possa esservi produzione di neutroni nella successiva collisione degli elettroni con i protoni?

N.B. Ai fini del calcolo e della presentazione del risultato si consiglia di utilizzare le unità $\hbar = c = 1$ e di introdurre combinazioni dei parametri per semplificare la notazione.

Problema R.2

Per un particolare moto relativistico unidimensionale è nota la dipendenza della posizione x (misurata in un determinato riferimento inerziale) dal tempo proprio τ , essendo data la funzione $x(\tau)$. Ricavare le espressioni formali della velocità $u(\tau)$ e del fattore $\gamma(\tau)$. Scrivere una rappresentazione integrale per la funzione $t(\tau)$ che lega il tempo proprio al tempo del riferimento inerziale.

Problema A.1

Una massa m (soggetta alla gravità) può muoversi liberamente lungo una guida circolare di raggio R . La guida ha una massa M (che si può considerare concentrata al centro) e giace su un piano disposto verticalmente. La guida è libera di muoversi, senza attriti e senza rotazioni, nella direzione orizzontale individuata dal piano su cui essa giace.

- 1) Scrivere la Lagrangiana del sistema
- 2) Ricavare le equazioni del moto
- 3) Risolvere le equazioni del moto nel limite di piccoli spostamenti dalla posizione di equilibrio

Problema A.2

Data la funzione generatrice $F_2(q, P) = \frac{(qP)^\alpha}{\alpha}$

- 1) Trovare la forma esplicita della trasformazione canonica $Q = Q(q, p)$, $P = P(q, p)$.
- 2) Determinare $F_3(Q, p)$ con il metodo della trasformazione di Legendre.
- 3) Mostrare mediante il calcolo diretto che la trasformazione generata da F_3 coincide con la precedente