

# Tópicos de Física Moderna, MIEI

Exame de recurso: 15 de Junho de 2021

2h, 20 valores

1. Um protão é acelerado por um choque (evento 1) até uma velocidade de 99/100 da velocidade da luz, em relação ao laboratório, e colide com um detector a 0.5 m de distância (evento 2), medido no laboratório.
  - (a) (1v) Quanto tempo demora o protão a chegar ao detector, medido no referencial do laboratório, em metros?
  - (b) (1v) Qual é o intervalo de espaço-tempo medido no referencial do laboratório, em metros?
  - (c) (1v) Qual é o intervalo de espaço-tempo medido no referencial do protão, em metros?
  - (d) (2v) Qual é o intervalo de tempo entre os dois medido pelo protão, em segundos?
  - (e) (1v) Como se alteraria o resultado se no lugar do protão estivesse um electrão?
2. Um fotão com uma energia de 2 GeV colide com um protão de 938 MeV de massa, em repouso.
  - (a) (1v) Qual é a energia do sistema fotão + protão antes do choque?
  - (b) (1v) Qual é o momento do sistema fotão + protão antes do choque?
  - (c) (2v) Admitindo que o choque é frontal e o fotão fica com o sentido oposto ao incidente, calcule a energia de recuo do protão e a energia do fotão espalhado.
3. Considere uma partícula no estado quântico:
$$|\Psi\rangle = \frac{\sqrt{3}}{2}|0\rangle + \frac{1}{2}|1\rangle$$
  - (a) (1v) Qual é a probabilidade de uma medida dar o valor  $|0\rangle$ ?
  - (b) (1v) Qual será o estado da partícula após essa medição?
  - (c) (2v) Qual o resultado de aplicar o operador Hadamard ao estado inicial?
4. Um fotão tem um comprimento de onda de 550 nm.
  - (a) (2v) Qual é a sua frequência, o seu período, a sua frequência angular e o seu número de onda angular?
  - (b) (1v) Qual é a sua energia e momento linear? ( $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg / s}$ )
5. (1v) O  ${}^3_1\text{H}$  decai no  ${}^3_2\text{He}$ . Como se chama este decaimento? Indique os produtos do decaimento.
6. (1v) Quais são as partículas que constituem o protão?
7. (1v) De que interação o bosão vectorial  $W^+$  é um mediador?

Dica:  $H|0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$

$$H|1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle - |1\rangle)$$