

Física IV

LISTA 4: Relatividade Especial (Restrita) - Parte 2

Código: FSC 5194

Professor: Massayuki Kondo, sala 102, Dept. Física, UFSC

Homepage: www.atomobrasil.com

Problema 1

O quadrimomento no espaçotempo de Minkowski p^α tem como componentes a energia E e o momento relativístico \vec{p} com relação a um referencial inercial S . Calcule a forma transformada do quadrimomento em um referencial que se move com velocidade v para direita com relação ao antigo referencial. Mostre que nenhuma partícula com massa de repouso não nula pode alcançar a velocidade da luz c . Mostre também que apenas uma partícula com massa de repouso nula pode viajar na máxima velocidade permitida pela natureza, e que neste caso o momento tem uma conexão especial com a energia E .

Problema 2

No Fermilab, prótons são acelerados até atingir uma energia de 500 GeV . Ao atingir essa energia calcule:

- Por qual fator terá aumentado a massa do próton em relação a massa de repouso?
- Qual a velocidade atingida pela partícula?

Problema 3

Uma partícula de massa de repouso m , em repouso na origem no tempo $t = 0$, é submetida a uma força constante F_0 até o instante t . a) Calcule a posição $x(t)$ da partícula. b) mostre o limite não-relativístico do resultado e mostre que concorda com a previsão da mecânica newtoniana. c) Calcule $x(t)$ para o limite de tempos muito longos.

Problema 4

Uma partícula com massa de repouso m e velocidade v colide com uma outra partícula idêntica, mas que está em repouso. Após a colisão as duas partículas caminham juntas, formando uma partícula composta. Calcule para essa nova partícula a) A nova massa de repouso M ; b) Sua velocidade V , exprima os resultados em função de γ .

Problema 5

Qual o valor do trabalho necessário para que a velocidade de um elétron aumente de zero para, a) $0.50c$, b) $0.990c$, c) $0.9990c$. Considere que a massa de repouso do elétron tem energia 0.511 MeV .

Problema 6

Em uma colisão de alta energia entre uma partícula dos raios cósmicos e uma partícula da parte superior da atmosfera terrestre, 120 km acima do nível do mar, é criado um pión. O pión possui uma energia total E de $1.35 \times 10^5 \text{ MeV}$ e está se movendo verticalmente para baixo. No referencial de repouso do píons, o mesmo decai em 35 nanosegundos após ser criado. Em que altitude acima do nível do mar, do ponto de vista de um observador terrestre, ocorre o decaimento? Considere a energia de repouso do pión é de 139.6 MeV .

36 **Problema 7**

37 a) Se m é a massa, p é o módulo do momento e K é a energia cinética de uma partícula, mostre que:

$$m = \frac{(pc)^2 - K^2}{2Kc^2} \quad (1)$$

38 b) Mostre que, para baixas velocidades, o lado direito dessa expressão se reduz a m .

39 c) Se a energia cinética de uma partícula é $K = 55.0 \text{ MeV}$ e o módulo do momento é $p = 121 \text{ MeV}/c$,
40 quanto vale a razão m/m_e entre a massa da partícula e a massa do elétron?

41 **Problema 8**

42 Um comprimido de aspirina tem massa de 320 mg . A energia correspondente a essa massa seria suficiente
43 para fazer um automóvel percorrer quantos quilômetros? Suponha que o automóvel faça $12.75 \text{ km}\cdot\text{L}^{-1}$ e
44 que o calor de combustão da gasolina utilizada seja de $3.65 \times 10^7 \text{ J/L}$.

45 **Problema 9**

46 A massa do múon é 207 vezes maior que a massa do elétron e o tempo médio de vida de um múon em
47 repouso é $2.20 \mu\text{s}$. Em um experimento, múons que estão se movendo em relação a um laboratório têm um
48 tempo de vida médio de $6.90 \mu\text{s}$. Para esses múons, determine o valor do fator de Lorentz γ , da energia
49 cinética K e do momento p .

50 **Problema 10**

51 Neste momento, um próton proveniente do espaço interestelar atravessa a página desta lista de problemas da
52 esquerda para direita com velocidade relativa v e uma energia total 14.24 nJ . No seu referencial a largura
53 da página é de 21 cm . a) Qual a largura da página no referencial do próton? b) Determine o tempo que o
54 próton leva para cruzar a página no seu referencial, c) no referencial do próton?

55 _____
56 **Observação:** Com base nos conceitos discutidos em aula, aconselho que escolham mais alguns problemas
57 dos livros citados nas referências bibliográficas.

58 **Referências**

59 **bibliografia:** 1) Halliday/Resnick/Krane (Física IV) 10ª edição. 2) TIPLER, Volume 2, Eletricidade e
60 Magnetismo e óptica, Terceira edição. 3) MOYSES NUSSENZVEIG Física (IV), 4) JAMES HARTLE
61 (Relatividade Geral) 5) BERNARD SCHUTZ (A first course in General Relativity) 2ª edição.