LISTA DE EXERCÍCIOS / ROTEIRO DE ESTUDOS

FI089 – Técnicas com Luz Síncrotron – 1s2018
Prof. Eduardo Granado

1. Considere um dipolo elétrico **p** cuja direção é fixa e sua magnitude oscila de forma harmônica com uma frequência angular ω. Como sabemos, este dipolo é uma fonte de radiação eletromagnética. A partir das equações de Maxwell na presença de fontes no vácuo, mostre que a potência de radiação P emitida por unidade de ângulo sólido Ω por esta fonte é dada por $\frac{dP}{d\Omega}=\frac{c^2 Z_0}{32\pi^2}k^4|(\boldsymbol{n}\times\boldsymbol{p})\times\boldsymbol{n}|^2$, onde **n** é um vetor unitário na direção do vetor que une a fonte e o observador e $Z_0\equiv\sqrt{\mu_0/\epsilon_0}$ é a impedância do vácuo. Mostre que esta potência é proporcional a $sin^2\theta$, onde θ é o ângulo entre **p** e **n**. A partir deste resultado, represente graficamente a distribuição angular da potência emitida por uma carga elétrica acelerada. (Sugestão: consulte J.D. Jackson. Classical Electrodynamics, 3rd edition, seções 9.1 e 9.2).

2. Como os elétrons em anel de luz síncrotron recuperam a energia perdida em radiação a cada volta no anel ? Discuta sobre a sincronização que deve haver entre o período do elétron e o período do dispositivo que irá fornecer energia, e represente graficamente a situação. Um elétron que perde um pouco mais de energia que a perda média em cada volta, completa sua volta antes ou depois do esperado ? Explique e discuta a conexão deste fato com o funcionamento do dispositivo de fornecimento de energia.

3. Considere agora que uma carga acelerada viaja a velocidades relativísticas em relação ao observador. Utilizando as transformações relativísticas para o vetor velocidade, mostre que a potência emitida está localizada em um cone de abertura angular $1/\gamma$, onde $\gamma=m/m_0=E/(0.511\,MeV)$.

4. Seja um elétron ultra-relativístico acelerado por um campo magnético fixo ortogonal à velocidade do elétron. A partir da duração de um pulso de radiação com abertura angular $1/\gamma$ que atinge o observador, argumente sobre o comprimento característico da radiação que atinge o observador para uma energia do elétron da ordem de 3 GeV e campo magnético de 1 T.

5. Discorra sobre a definição e características esperadas em uma fonte de luz síncrotron de terceira geração para os seguintes termos: Fluxo, brilho, emitância, polarização, estrutura temporal, coerência.

6. Quais são as semelhanças e diferenças entre um Wiggler e um Ondulador ? Espera-se que qual desses dispositivos de inserção induza maior emissão total de luz pelos elétrons ? Qual dispositivo será mais brilhante ?

7. Para um ondulador, demonstre a relação entre a frequência de emissão ν_c para os diferentes harmônicos n=1,3,5,... incluindo efeitos da amplitude do campo magnético no ondulador. Para aumentar ν_c levemente em uma varredura de energia, qual o movimento físico que os ímãs do ondulador deverão fazer ?

8. Qual a diferença fundamental entre a emissão de radiação por um laser de elétrons livres e um ondulador localizado em um anel de armazenamento ? Qual a diferença em termos de disposição espacial dos elétrons em um dado pacote, e por que ela ocorre ?