F-888A – Prova 3 Substitutiva – 05/12/2018

ATENÇÃO: TODAS AS RESPOSTAS DEVEM SER JUSTIFICADAS.

1) a) Encontre a relação entre $\dot{\boldsymbol{k}}$ e o campo elétrico $\boldsymbol{\epsilon}$ para um elétron de Bloch considerando o tratamento microscópico (semiclássico) para a dinâmica destes elétrons. (0.5)
b) Demonstre a equação de Boltzmann para a função de ocupação estatística dos estados $f(\boldsymbol{k},\boldsymbol{r},t)$ na presença de um campo elétrico externo e de um gradiente em **r** causado por inomogeneidade térmica. (2.0)

2) Discuta o princípio de funcionamento de :
a) um termopar (efeito Seebeck) (1.2)
b) um resfriador por efeito Peltier (1.3)
com base nas relações $j_x = \sigma_{xx}\epsilon_x + L_{xx}^{12}\left(-\frac{\partial T}{\partial x}\right)$ e $j_{Qx} = L_{xx}^{21}\epsilon_x + \lambda_{xx}\left(-\frac{\partial T}{\partial x}\right)$.

3) a) Represente graficamente uma curva de histerese MxH típica em um material ferromagnético, considerando o campo paralelo ou perpendicular em relação ao eixo de fácil magnetização. Destaque na figura as seguintes propriedades: magnetização de saturação, campo coercivo, e magnetização remanente. (1.0)
b) Qual a origem física da irreversibilidade (histerese) da curva ? (0.5)
c) Represente na figura a energia dissipada em cada ciclagem de campo. (0.5)
d) Quais as características desejáveis de um material a ser usado em (i) um transformador de voltagem, e (ii) em um dispositivo de memória não-volátil. (0.5)

4) a) Da mecânica clássica Hamiltoniano, sabemos que na presença de um campo eletromagnético, o momento canônico **p** e momento cinético $\boldsymbol{\pi}$ de uma partícula com carga q estão relacionados por $\boldsymbol{\pi} = \boldsymbol{p} - q\boldsymbol{A}$. A partir desta consideração e utilizando o calibre de Coulomb para o potencial vetor ($\nabla \cdot \boldsymbol{A} = 0$), escreva o Hamiltoniano cinético para um sistema de elétrons sujeitos à ação de um campo magnético $\mathbf{B}_0$ constante apontando na direção **z**, explicitando os termos em primeira e em segunda ordem em $\mathbf{B}_0$. (1.0)
b) Encontre a energia associada ao Hamiltoniano acima para o sistema em um estado $|\varphi\rangle$. Discuta quais termos darão origem aos fenômenos de paramagnetismo e diamagnetismo (1.0)
c) Qual alteração é necessária em (b) para incluir a presença do momento magnético de spin dos elétrons ? (0.5)