Fisica della Materia Condensata I

Esercizi sui modelli di Drude e di Sommerfeld

1. Per elettroni liberi 3D, la conduttività si può scrivere come :
   (a) $\sigma = e^2 k_F^2 \ell/(3\pi^2\hbar)$.
   (b) $\sigma = ne^2\tau/m^2$
   (c) $\sigma = e^2 k_F^2 \ell/\hbar$
   (d) $\sigma = 4\pi ne^2\tau/m$

2. L'energia di Fermi per l'Alluminio è 11.7 eV. Considerare di poter trattare gli elettroni come liberi e che seguono la funzione di distribuzione di Fermi-Dirac. La probabilità che a T=300K un livello di energia a 11.85 eV sia occupato da un elettrone è:
   (a) 0 %
   (b) 0.25 %
   (c) 0.0025 %
   (d) Nessuna delle altre risposte (considerare un'accuratezza del 10% sui valori non nulli proposti)

3. La dimensione della densità di stati elettronici nel caso 1D è:
   (a) $[\mathrm{E}]^{-1}$ $[\mathrm{L}]^{-3}$
   (b) $[\mathrm{E}]^{-1}$ $[\mathrm{V}]^{-1}$
   (c) $[\mathrm{t}]^{2}$ $[\mathrm{M}]^{-1}$ $[\mathrm{L}]^{-3}$
   (d) Nessuna delle altre risposte

4. Consideriamo elettroni liberi 2D, e in particolare un campione macroscopico a forma rettangolare con lati a e b. Considerando che questo campione macroscopico è rappresentativo delle proprietà di volume del materiale e non di effetti di superficie, la funzione d'onda corretta, con n_x e n_y interi, è:
   (a) $\psi(x, y) = A\ exp(i2\pi n_x x/a)\ exp(i2\pi n_y y/a)$
   (b) $\psi(x, y) = A\ exp(i2\pi n_x x/b)\ exp(i2\pi n_y y/b)$
   (c) $\psi(x, y) = A\ exp(i2\pi n_x x/a)\ exp(i2\pi n_y y/b)$
   (d) $\psi(x, y) = A\ sin(2\pi n_x x/a)\ sin(2\pi n_y y/b)$

5. In un metallo 1D, considerando condizioni periodiche al contorno su una lunghezza L, la spaziatura tra i vettori k permessi è:
   (a) $L/(2\pi)$
   (b) $(L/(2\pi))^2$
   (c) $(2\pi)/L$
   (d) $(\pi)/L$

6. In un metallo 1D, considerando condizioni periodiche al contorno su una lunghezza L, la densità dei vettori k permessi è:
   (a) $L/(2\pi)$
   (b) $(L/(2\pi))^2$
   (c) $(2\pi)/L$
   (d) $(\pi)/L$

7. In un gas di elettroni 1D, la dipendenza della densità di stati elettronici dall'energia è:
   (a) $\propto E^{3/2}$
   (b) $\propto E^{1/2}$
   (c) $\propto E^0$
   (d) $\propto E^{-1/2}$

8. L'energia di Fermi di un gas 1D di N elettroni su una lunghezza L, al limite termodinamico è:
   (a) $E_F = \frac{\hbar^2\pi^2}{8m}\left(\frac{N}{L}\right)^2$
   (b) $E_F = \frac{2\hbar^2\pi^2}{m}\left(\frac{N}{L}\right)^2$
   (c) $E_F = \frac{2\hbar^2\pi^2}{m}\left(\frac{N}{L}\right)$
   (d) $E_F = \frac{\hbar^2\pi^2}{8m}\left(\frac{L}{N}\right)^2$

9. In un pezzo di argento di densità elettronica 5.86 10^{22} cm^{-3} l'energia di Fermi è:
   (a) 549.0 eV
   (b) 54.90 eV
   (c) 5.49 eV
   (d) 0.55 eV

10. Nel modello di Sommerfeld, per elettroni che sono soggetti ad un campo elettrico $\vec{E}$ lungo una certa direzione e che hanno in media un tempo di rilassamento τ, qual è in media il rapporto tra l'energia guadagnata grazie al campo elettrico e l'energia di Fermi E_F?
    (a) $eEv_F\tau/E_F$
    (b) $eE\tau/E_F$
    (c) eE/E_F
    (d) $eE/\tau E_F$