Soluzioni del compito n. 1

1. Argento: d_{Ag} = 10.49 g/cm³, A_{Ag} = 107.87 u, z = 1
   Oro : d_{Au} = 19.32 g/cm3 peso atomico A_{Au} = 196.97 u, z = 1,

   $n = \frac{N}{V} = \frac{n_{moli}}{V} N_{av} z = \frac{m}{A\,V} N_{av} z = \frac{d}{A} N_{av} z$; $R_h = -\frac{1}{ne}$. si ottiene:

   n_{Ag} = 5.86x10^{22} cm^{-3} R_{hAg} = -1.07x10^{-4} cm^3 / C;
   n_{Au} = 5.91x10^{22} cm^{-3} R_{hAu} = -1.06 x10^{-4} cm^3 / C.

2. Mobilità nel modello di Drude: $\mu = \frac{e\tau}{m} \rightarrow \tau = 0.825\ ps$, (massa dell'elettrone m = 0.911x10^{-30}kg).

3. $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, con h = 6.626x10^{-34} Js , c = 3x10^8 m/s velocità della luce nel vuoto otteniamo : E = 3.78x10^{-19} J = 2.36 eV , avendo utilizzato la relazione: 1 eV = 1.602x10^{-19} J.

4. $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c}$ = 8.4x10^{-28} kg m/s.

5. $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, con h = 6.626x10^{-34} Js , c = 3x10^8 m/s velocità della luce nel vuoto otteniamo : E = 3.98x10^{-19} J , energia di ogni singolo fotone. Il numero di fotoni emessi al secondo dalla sorgente è: $\frac{dN}{dt} = \frac{dU}{dt}\frac{1}{E} = \frac{100}{E} = 2.52x10^{20}$.

6. La temperatura assoluta è: T = 33(°C) + 273.15 = 306.15 K. La potenza irraggiata da un corpo nero è data legge di Stefan Boltzmann: $P = A\sigma\, T^4$ = 996.2 W,avendo utilizzato: σ = 5.67·10^{-8} Wm^{-2}K^{-4} , costante di Stefan-Boltzmann, A = 2 m^2 superficie del corpo nero radiante. Contemporaneamente, il corpo umano assorbe energia dall'ambiente che lo circonda: $P_{ass} = A\sigma T_{amb}^4$= 782 W. La potenza netta è quindi: $P = A\sigma\left(T^4 - T_{amb}^4\right)$ = 214.2W.

7. Il potere emissivo del corpo nero ha un andamento in funzione della lunghezza d'onda che presenta un massimo λ_{max} dipendente dalla temperatura,secondo la legge di Wien: $\lambda_{max}T$ = 2.8978·10^{-3} mK. La lunghezza d'onda di picco della radiazione emessa dal corpo umano è quindi: $\lambda_{max} = \frac{2.898x10^{-3}}{T} =$ 1.45□m, nella regione del vicino infrarosso.

8. Perché si verifichi estrazione degli elettroni dal metallo l'energia fornita dalla radiazione elettromagnetica deve essere uguale o superiore alla funzione lavoro ϕ, energia minima che è necessario fornire ad un elettrone di conduzione del metallo perche questo fuoriesca dal materiale. In generale gli elettroni estratti non hanno tutti stessa energia, la massima energia cinetica che possono avere è: $E_{kmax} = h\nu - \phi$. Possiamo misurare l'energia cinetica massima applicando un differenza di potenziale tra l'elettrodo da cui sono fuoriusciti gli elettroni e quello

opposto, in modo che essi vengano frenati durante il loro percorso. Aumentiamo il potenziale fino ad un valore che chiamiamo “potenziale di arresto”, V_s, tale che la corrente nel circuito tra i due elettrodi cessi, condizione per cui si ha: E_{kmax} = V_s. Possiamo quindi scrivere: $eV_s = h\nu - \phi$. Evidenziando la lunghezza d’onda, nel caso in esame scriviamo: $eV_{si} = h\frac{c}{\lambda_i} - \varphi$, con i = 1,2. (a) $V_{s2} = V_{s1} + \frac{hc}{e}\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)$ = 3.61 V, (b) $\varphi = h\frac{c}{\lambda_1} - eV_{s1} =$ $3.24 \cdot 10^{-19}$ J = 2.03 eV, (c) La frequenza di soglia si ottiene quando $V_s = 0 \rightarrow \nu_0 = \frac{\varphi}{h}$ = $4.9 \cdot 10^{14}$ Hz.

9. Lunghezza d’onda di de Broglie: $\lambda = \dfrac{h}{p}$ con p = mv, m = $0.911 \cdot 10^{-30}$ kg. Ricordando che l’energia cinetica è: $E_k = \frac{1}{2}m_e v^2 = \frac{p^2}{2m_e}$ abbiamo: $\lambda = \dfrac{h}{\sqrt{2mE_K}}$. Il numero d’onda corrispondente è quindi $k = \frac{2\pi}{\lambda}$. Per E_K = 2keV si ottengono: λ = $2.74 \cdot 10^{-11}$ m e $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$ = $2.29 \cdot 10^{11}$ m^{-1}.

10. $E = U_k - U_2 = h\nu_k - h\nu_2 = hc\left(\frac{1}{\lambda_k} - \frac{1}{\lambda_2}\right) = \frac{me^4}{8(\varepsilon_0 h)^2}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{k^2}\right)$, da cui si ottiene la funzione per la serie di lunghezze d’onda permesse:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{me^4}{8\varepsilon_0{}^2 h^3 c}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{k^2}\right) = R_H\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{k^2}\right),\ \text{dove } R_H = \frac{me^4}{8\varepsilon_0{}^2 h^3 c} = 1.10x10^7\,\frac{1}{m}\ \text{è la}$$

costante di Rydberg, *k* è un qualsiasi intero tale che *k > 2*.